

**KALEIDOSCOPE KÖNYVEK 3.**



**Forgács Lajos**

**Orvostechnikai ismeretek oktatása  
a 20. században**

**Hazai és nemzetközi példákkal**

**KALEIDOSCOPE**

**Budapest, 2020**



Dr. Forgács Lajos (1939), okl. villamosmérnök, okl. mérnöktanár. Nyugalmazott egészségügyi minisztériumi főosztályvezető (1997-2001), a Semmelweis (korábban Haynal Imre) Egyetem volt oktatója (1990–2005), mb. tanszékvezető. Főiskolai docens volt a Kandó Kálmán Villamosipari Főiskolán (1964–1995), a Műszeripari tanszéken, az Orvostechnikai ágazati képzés bevezetője. Orvostechnikával foglalkozik 1969 óta.

**A KALEIDOSCOPE KÖNYVEK III. kötete Forgács Lajos: Orvostechnikai ismeretek oktatása a 20. században, Hazai és nemzetközi példákkal**

A szerző előszavából idézünk:

...a 20. század döntő fejlődést hozott az emberiség életében. Ilyen volt például az orvostudományok területén a szívtünetések, illetve a szervátültetések növekvő száma, vagy az egészségügyi ellátás minőségi javulása, amelyek emberek millióinak életét hosszabbította meg. Ezt az egyre növekvő ismerethalmazt csak úgy lehetett követni, hogy új tudományterületek jöttek létre. Közéjük tartozik az orvostudományok és a műszaki tudományok határterületein megjelenő „*biomedical engineering*”, vagy „*medical engineering*” tudománya is, amit magyar nyelvre az „*orvostechnika*” szóval fordítottak le, illetve ez a kifejezés vált általánosan elfogadottá.

Ez a fejlődés, azaz az egészségügyi intézményekkel szemben támasztott műszaki követelmények kielégítése, az egyre korszerűbb műszaki eszközök (amelyeket ma már egyértelműen orvostechnikai eszközöknek nevezünk) alkalmazása megkívánta az ehhez a tevékenységhez szakszerűen értő mérnökök, technikusok képzését is.

Ez a könyv ennek a speciális szakterületnek, azaz az orvostechnika és kórháztechnika oktatásának kezdeteit és növekvő elterjedését hivatott számba venni. Ez a tanulmány bemutatja mind a nemzetközi, mind a hazai orvostechnikai képzéseket és részletesen tárgyalja a magyarországi oktatások/képzések célját, tantárgyi követelményeit és lebonyolítását is.

Remélhetőleg, a tárgyalt esetek jó például és tanulságul szolgálnak majd a 21. század orvostechnikai és kórháztechnikai képzéseinek újbóli megindításához és lebonyolításához.

# **Orvostechnikai ismeretek oktatása a 20. században**

Hazai és nemzetközi példákkal

Forgács Lajos

Kaleidoscope  
Budapest  
2020



## **KALEIDOSCOPE KÖNYVEK 3.**

Sorozatszerkesztő: Forrai Judit

### **Orvostechnikai ismeretek oktatása a 20. században**

**Hazai és nemzetközi példákkal**

Forgács Lajos

Segédszerkesztő: Bilicsi Erika

Szövegszerkesztés, borítóterv és tipográfia: Pók Andrea

Budapest, 2020

ISBN 978-615-00-8532-6

DOI [10.32558/forgacs.2020](https://doi.org/10.32558/forgacs.2020)

---

# Tartalom

---

ELŐSZÓ.....	5
1. Az orvostudományok és a műszaki tudományok kapcsolatának fejlődése, egymásra hatása.....	8
2. Az egészségügyi ellátás biztosításának technikai-technológiai feltételei..	16
3. Az orvostechnika kialakulása és tudománnyá válása.....	20
4. Az orvostechnika részterületei, a klinikai mérnökség („clinical engineering”) kialakulása.....	25
5. Az Európai Unió csatlakozás következményei az orvostechnika területén.....	32
6. Az orvostechnikai oktatás kezdeti lépései világszerte (1947–1989).....	40
7. Az orvostechnikai oktatás kezdete Magyarországon (1961–1990).....	48
7.1. Orvostechnikai ismeretek oktatása a Budapesti Műszaki Egyetemen.....	48
7.2. Orvostechnikai ismeretek nappali tagozatos, ágazati szintű oktatása a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskolán.....	50
7.3. Egészségügyi gép-, orvosi műszergyártó és karbantartó technikus minősítő képzés.....	56
7.4. A Medicor Nemzetközi Orvostechnikai Továbbképző Központ (Medicor Training Centre) megalakulása és működése ENSZ (UNIDO) támogatással.....	60
8. Orvostechnikai oktatás Európában az 1990-es években.....	68
8.1. Áttekintés.....	68
8.2. A Londoni Egyetem Orvosi Fakultásának (King’s College School of Medicine and Dentistry, University of London) integrált orvostechnikai és orvosi fizikai posztgraduális képzése.....	85
8.3. A Patraši Egyetem (Görögország) Biomérnöki és Orvosi Fizikai Európai Tanfolyama.....	88
8.4. A németországi Giesseni Szakfőiskola (Fachhochschule Giessen-Friedberg) orvostechnikai képzési rendszere.....	93
9. Az orvostechnika oktatása Magyarországon az 1990-es években.....	102
9.1. A Budapesti Műszaki Egyetem „orvosbiológiai mérés-technikai szakmérnöki” képzése.....	104

9.2. A Budapesti Műszaki Egyetem (BME), a Semmelweis Orvostudományi Egyetem (SOTE), és az Állatorvostudományi Egyetem (ÁOTE) közös „orvosbiológiai mérnöki” szakképzése. ....	106
9.3. A Haynal Imre Egészségtudományi Egyetem (HIETE) Egészségügyi Főiskolai Karán folyó orvostechnikai oktatások.....	111
9.3.1. A „klinikai mérnöki” szakirányú továbbképzés.....	111
9.3.2. Orvostechnikai ismeretek oktatása az egészségügyben dolgozó szakdolgozók részére. ....	137
9.4. Kórházüzemeltető szaküzemmérnöki képzés a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskolán. ....	139
9.5. A Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola „orvostechnikai” oktatási modulja. ....	143
9.6. A Veszprémi Egyetem „orvosi informatikai” képzése. ....	145
9.7. Egyéb szervezett orvostechnikai, vagy kórháztechnikai jellegű oktatások, továbbképzések. ....	147
9.7.1. Az ORKI (Országos Kórház- és Orvostechnikai Intézet) által szervezett tanfolyami oktatások a kórházi műszaki személyzet részére.....	147
9.7.2. Emelt szintű középfokú orvostechnikai és kórháztechnikai képzések. ....	148
10. Következtetések, összegzés, fejlődési irányok. ....	150
11. Melléklet: az 1995. évi esztergomi orvostechnikai tanácskozás elfogadott nyilatkozata.....	156
IRODALOM.....	159

---

# Előszó

---

Amit Önök a címlapon látnak, az a 21. század sebészete, azaz a sebészeti robotok alkalmazása a gyógyászatban. Ez a technológia már a 20. században kezdődött el és a Szerző először 1999-ben, a Barcelonában tartott Összeurópai Mérnöki és Orvosi Társaság (Europaen Society for Engineering and Medicine, ESEM) konferenciáján értesült róla először. Ez is bizonyítja, hogy a 20. század döntő fejlődést hozott az emberiség életében. Soha nem látott mértékben indult meg a tudományok fejlődése, ami azt eredményezte, hogy az emberiség tudásállománya nagymértékben növekedett. Olyan új dolgokkal kellett megismerkednünk, amikre azelőtt gondolni sem mertünk volna. Ilyen volt például az orvostudományok területén a szívatültetések, illetve a szervátültetések növekvő száma, vagy az egészségügyi ellátás minőségi javulása, amelyek emberek millióinak életét hosszabbította meg. Vagy a műszaki tudományok területén az elektronika fejlődése és a számítógépek megjelenése, valamint az automatizálás és a robottechnika fejlődése olyan új lehetőségeket teremtettek számunkra, ami néhány évtizeddel azelőtt még a „csodák” közé tartozott, hasonlóan, mint például a kommunikációs technikában a mobiltelefonok elterjedése.

Ezt az egyre növekvő ismerethalmazt csak úgy lehetett követni, hogy új tudományterületek jöttek létre. Közéjük tartozik az orvostudományok és a műszaki tudományok határterületein megjelenő „*biomedical engineering*”, vagy „*medical engineering*” tudománya is, amit magyar nyelvre az „*orvostechnika*” szóval fordítottak le, illetve ez a kifejezés vált általánosan elfogadottá.

Gyors fejlődésnek indult meg nemcsak az orvostudomány, hanem a hozzá kapcsolódó műszaki tudományok fejlődése is. A kórházakkal kapcsolatos műszaki követelmények, igények komplexebbek lettek, az egyes szakterületek szerteágazó ismereteket követeltek meg. Bár az igényeket mindenkor az orvosok fogalmazták meg, de elkerülhetetlenné vált az ezeket teljesítő műszaki szakemberek részvétele is a kórházi munkában, beleértve a kórházak tervezését és üzemeltetését is.

Ez a fejlődés, azaz az egészségügyi intézményekkel szemben támasztott műszaki követelmények kielégítése, az egyre korszerűbb műszaki eszközök (amelyeket ma már egyértelműen orvostechnikai eszközöknek nevezünk) alkalmazása megkívánta az ehhez a tevékenységhez szakszerűen értő mérnökök, technikusok képzését is.

Ez a könyv ennek a speciális szakterületnek, azaz az orvostechnika és kórháztechnika oktatásának kezdeteit és növekvő elterjedését hivatott számba venni. Ez azért is aktuális, mert még mindig kevésbé ismert Magyarországon ez az oktatási/képzési terület és több probléma is merült fel ennek elismertetése körül. Természetesen első sorban a magam tevékenységéről volt a legtöbb ismeretem,

ezért is említettem meg nemcsak a felsőfokú, hanem a középfokú jellegű képzéseket is. Az ezekről még meglévő dokumentumaim alapján igyekeztem a legszükségesebb tudnivalókat leírni. Mind ezek mellett – összehasonlításként – összegyűjtöttem más hazai és nemzetközi oktatási/képzési intézményekben megtörtént orvostechikai képzésekről szóló beszámolót is. Ezért is olyan bőséges az Irodalomjegyzék. Természetesen, ez az összeállítás sem lehet teljeskörű, hiszen az 1960-tól 2000-ig terjedő időszak óta már két évtized eltelt. Nemcsak az emlékek fakultak meg, hanem részben a dokumentációk is megsemmisültek. Ezért lenne jó, ha a még meglévő ismeretek megmaradhatnának az utókor számára is.

Tanulmányunk csak a 20. századbeli fejlődéssel foglalkozik és ennek a századnak az orvostechikai oktatási/képzési rendszereit említjük meg. Részben azért, mert ez már befejezettnek tekinthető, részben pedig azért, mert a Szerző tevékenysége is főleg ezt a századot öleli fel. Meg kell említenem azt is, hogy első sorban az egészségügyi intézményeknek a műszaki ellátás felé irányuló igényei felől közelítem meg a képzési igényeket is és ebből a szempontból részesítem előnyben azokat, amelyek ezekhez az igényekhez legközelebb állnak.

A Szerző okleveles villamosmérnök, aki már egyetemi tanulmányai során is a mérés-technika és a műszer-technika szakot végezte el. Ugyanakkor másoddiplomát szerzett a mérnökpedagógia szakterületén is, sőt 1994-ben Prágában az IGIP (Mérnökpedagógusok Nemzetközi Társasága) által kiadott „Európai mérnökpedagógus” elismerést is nyert el, Európában az első 20 fő (és Magyarországon az első 4 fő) között. 1964 és 1995 között a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola, 1990 és 2000 között pedig az (egykori) Haynal Imre Egészségtudományi Egyetemen oktatott. Nagy részben az ő közreműködésével jött létre itt, 1994-ben – a Magyarországon nevében is első – Orvostechikai és Számítástechnikai Tanszék, amelynek 1996–1997-ben megbízott tanszékvezetője is volt. 2000-től 2005-ig pedig a Semmelweis Egyetem Egészségtudományi Karán oktatott, nemcsak a műszaki képzettségűeket, hanem az egészségügyi képzésben részesülő szakszemélyzetet is; de oktatott a Budapesti Közgazdasági Egyetem Továbbképző Intézetében is 1996 és 2006 között az egészségügyi menedzser képzésben Kórháztechnikai ismereteket. 1997 és 2001 között pedig az Egészségügyi Minisztérium Orvostechikai Főosztályát vezette főosztályvezetői beosztásban. Ily módon volt rálátása mind az orvostechikai fejlesztési programokra, mind az orvostechikai ismeretek oktatásának problémáira.

Ez a tanulmány bemutatja mind a nemzetközi, mind a hazai orvostechikai képzéseket és részletesen tárgyalja a magyarországi oktatások/képzések célját, tantárgyi követelményeit és lebonyolítását is. Nem tankönyvnek, vagy egyetemi jegyzetnek készült, hanem az a célja, hogy az orvostechikai oktatás kezdeteit megőrizze az utókor számára és azok neveit és tetteit is, akik ebben közreműködtek akár egyetemi, akár főiskolai, vagy akár ipari vállalatok oktatási központjai révén. Vagyis: ez történeti leírása annak, hogyan alakult ki és vált



önálló tudománnyá az orvostechika és hogyan vált szükségessé annak oktatása is. Éppen azért szükséges minden olyan dologról írni benne, ami valóban megtörtént az ügy érdekében és ezeknek a megtörténtét igazolni is (ez például a rendkívül bő irodalomjegyzék célja is!).

Ez a tanulmány azoknak a szakembereknek szól, akik majd az orvostechikai ismeretek oktatásával fognak foglalkozni és mindazok számára, akiknek érdekes lehet egy ilyen interdiszciplináris, vagy multidiszciplináris téma oktatásának megismerése.

Köszönetet mondok mindazoknak, az általam felkért Bírálóknak, akiknek ezt a kéziratot olvasásra és véleményezésre átadtam:

Dr. Jobbágy Ákos villamosmérnöknek, egyetemi tanárnak, az MTA doktorának (Budapesti Műszaki és Gazdasági Egyetem);

Dr. med. Szabó Dezső c. egyetemi tanárnak, professor emeritusnak, az MTA doktorának (MTA Kísérleti Orvostudományi Kutatóintézet [KOKI]);

Dr. Dió Mihály Phd, klinikai mérnöknek, egyetemi adjunktusnak (Semmelweis Egyetem Egészségtudományi Kara), akiktől rendkívül sok hasznos tanácsot és észrevételt kaptam a kézirat elkészítéséhez.

Remélhetőleg, a tárgyalt esetek jó példának és tanulságnak szolgálnak majd a 21. század orvostechikai és kórháztechnikai képzéseinek újbóli megindításához és lebonyolításához.

Budapest, 2019. november

A Szerző.

# 1. Az orvostudományok és a műszaki tudományok kapcsolatának fejlődése, egymásra hatása

Az emberek egészségének megóvása érdekében, vagy esetleges sérülése esetén már a korai időkben is történtek cselekvések. Kezdetleges gyógyításra vonatkozó utalásokat már a régmúlt időkről ránk maradt emlékekben (iratokban és tárgyakban) is találunk. Ezek első sorban a higiénikus életmódra és a betegségek megelőzésére vonatkoztak. De már időszámításunk kezdete előtt 4000 évvel is a kínaiak nagy tapasztalattal rendelkeztek első sorban a természetgyógyászat és az akupunktúra terén. A megtalált leletek alapján, Indiában is foglalkoztak már gyógyítással az időszámításunk előtt több ezer évvel, sőt kezdetleges sebészeti és – mai szóhasználattal – plasztikai eszközöket is találtak. Hasonló sebészeti eszközök (kések, ollók, tűk stb) kerültek elő az ókori Egyiptomban is. A legelső kórházakról időszámításunk előtt 600 évvel tudunk, ezek Ceylon szigetén (a mai Sri Lankán), az akkori buddhista tanok központjában létesültek. Ezekben az időkben a vallás is nagy szerepet játszott a gyógyítás folyamatában, sőt nagy részben összefonódott vele. Az ókori népeknél a papok egyúttal gyógyító tevékenységet is végeztek.

A középkorban (i.sz. 5–15 századok) a kereszténység tana, illetve keleten a buddhizmus térhódítása, majd az arab gyógyászat fejlődése elősegítette a kórházak kialakulását. Ezekben az intézményekben, melyek többnyire a kolostorokhoz tartoztak, első sorban a gyógynövények alkalmazása révén, illetve a higiéniai intézkedések betartásával, valamint kezdetleges gyógyászati eszközök segítségével történt a gyógyítás.

A betegek vizsgálata többnyire az úgynevezett „hagyományos” módon történt: megtapintással, kopogtatással és hallgatózással. A 18. és 19. században azonban már kezdetleges eszközöket is alkalmaztak a vizsgálatok során. René Laennec (1781–1826) francia orvos alkalmazta először a mai sztetoszkóp ősenek tekinthető üreges fahengert hallgatózásra és megfigyeléseit 1819-ben közzétette. (1. ábra) Ez már közös vizsgálóeszköznek tekinthető.



1. ábra: Fából készült sztetoszkóp<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Az ábra eredetije a <http://static.darabanth.com/images/1/2/1287228-ból> származik



2. ábra. Fonendoszkóp<sup>2</sup>

A 19. század vége felé használatos fonendoszkóp egy membrános hallgatófejből, és két, fülre illeszthető csőből állt, melyet egy gumicső kötött össze (2. ábra).

A két, egyenként görög szavakból álló kifejezés alapvetően ugyanannak a tárgynak a neve, csak azzal a különbséggel, hogy a sztetoszkóp volt a kiindulópont, a fonendoszkóp pedig ennek továbbfejlesztéséből jött létre. A sztetoszkóp a „*mell*” jelentésű „*szthétosz*” és a „*vizsgál, megjelenít*” jelentésű elemekből áll, míg a fonendoszkópban a „*hang*” jelentésű „*phone*”-ból képzett szó előzi meg a „*scop*” szót.

Az előbbieken említett eszközöket nagyon gyakran többnyire csak a „sztetoszkóp” elnevezéssel illetik. Ezen orvosi eszközök (mai EU-s rendelet szerint: orvostechnikai eszközök) közötti különbségek abban rejlenek, hogy a sztetoszkóp csövet az alacsonyabb frekvenciájú impulzusok észkelésére tervezték, amelyek elnyomják a magasabb frekvenciájú hangokat („mechanikai rezgéseket”), ezért alkalmasak a tüdő- és érbetegségek diagnosztizálására. A fonendoszkóp membránja csökkent(het)i a különböző hangok intenzitását, de nem csökkenti a magasabb frekvenciákat, ezért alkalmas a szív és az emésztőrendszerek vizsgálatára.

Ennek modernebb kivitelezésű változatát használ(ták)ják a higanyos vérnyomásmérés során is. (A higanyos vérnyomásmérőt az EU ma már nem engedi használni!) Ma már elektronikus digitális sztetoszkóp is létezik. Mindezt azért is

---

<sup>2</sup> Az ábra eredetije a <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/75/Stethoscope.1.jpg>-ból származik

említjük itt meg, mert a hagyományos sztetoszkóp az orvosok jellemző használati eszköze lett, mintegy az orvosi tevékenység jelképe is.

A beteg vizsgálata során ezeket a hagyományos vizsgálati eljárásokat követik a mérések egyszerű eszközökkel: például hőmérsékletmérés („láz mérés”) orvosi hőmérővel, pulzusszám megmérése, vérnyomás megmérése vérnyomásmérő készülékkel stb, melyek már számszerűen is kifejezhető eredményeket adnak. Manapság a korszerű orvostechnikai eszközök elterjedésével már a házi orvosi gyakorlatban is egyre több műszeres vizsgálat történik: esetlegesen EKG felvétele, kislabor vizsgálat, hallásvizsgálat, ultrahangos vizsgálat (például: magzati szívhangok megállapítása) stb.

Az emberekben mindig élt a vágy, hogy eszközöket fejlesszenek ki a különböző élettani paraméterek (például: a test hőmérséklet, a vérnyomás stb) mérésére. Ehhez hozzájárultak a korszak orvosi felfedezései is. Így William Harvey (1578–1657) már 1628-ban közzétette a nagy vérkör tanulmányozása során szerzett ismereteit és ennek alapján Stephen Hales (1677–1726) természettudós 1723-ban már a lovak ereibe kötött üvegcsövekkel megmérte a lovak vérnyomását. – Scipione Riva-Rocci (1863–1937) készítette el az első higanyos vérnyomásmérőt 1896-ban és Nyikolaj Szergejevics Korotkov (1874–1920) sebészorvos 1905-ben fedezte fel a vérnyomásmérés során fellépő, róla elnevezett turbulenciahangokat, ezáltal lehetővé vált a ma is használatos indirekt, azaz vértelen módon mérő vérnyomásmérők alkalmazása. – Az emberi test hőmérsékletének mérése, vagy ahogyan a köznyelv használja: a „láz mérés” története nem is olyan messzire nyúlik vissza. Az orvosi lázmérő feltalálása, illetve a tömeges gyártása csak a tizenkilencedik század végén kezdődött, jöllehet a hőmérőt már Galilei is ismerte. Az első klinikai lázmérőt egy brit orvos, Thomas Clifford Allbut (1836–1925) készítette 1866-ban. Ezek azonban még mechanikai elven működő eszközök voltak.

Az orvosi gyógyító eljárások fejlődése megkövetelte a vele párhuzamosan (sok esetben azt megelőzően) fejlődő műszaki (orvostechnikai) eszközök fejlődését is. Ez egy folyamatosan fejlődő visszacsatolás volt, ami csak elősegítette a minél objektívabb (azaz minél valósabb) diagnózis felállítását.

Az előzőekben említettük, hogy az egyszerű mechanikai eszközök alkalmazása főleg a 19. század folyamánya volt. Az első „nagy ugrást” 1895-ben a röntgensugárzás (angolszász országokban: X-sugárzás) felfedezése és a 19.–20. század fordulóján a villamos árammal működő eszközök elterjedése jelentette.



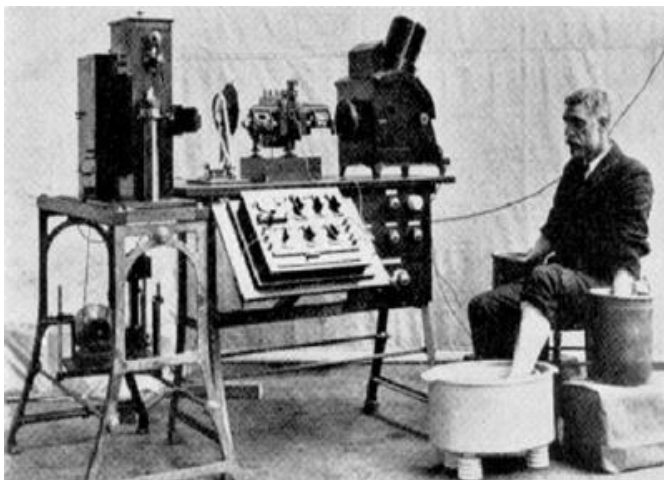
3. ábra. A legelső röntgenfelvétel 1895-ből W.K. Röntgen felesége kezéről.<sup>3</sup>

A röntgenkészülékek elterjedése, különösen a 20. század első évtizedeiben hozzájárult a tüdőbetegségek korai diagnosztizálásához, illetve azok gyógyításához. Ez volt az első olyan orvostechikai eszköz, amelyik már képi információt szolgáltatott a betegről. Felfedezője: Wilhelm Conrad Röntgen (1845–1923) német fizikus 1901-ben az első fizikai Nobel-díjban részesült. A 3. ábrán látható az első röntgenfelvétel, amelyet Röntgen a saját felesége ujjairól készített.

A 20. század elején az elektronika rohamos fejlődése (a dióda felfedezése, az elektroncsövek alkalmazása stb) megteremtette a rendkívül kicsi (mV-os nagyságrendű) fiziológiai jelek felerősítését és mérhetővé tételét, aminek következtében a 20. század első felében már alkalmazták az elektrokardiográf (EKG), majd az elektroencefalográf (EEG) készülékeket és a terápiás célokra szolgáló villamos ingerlő eszközöket is.

Az első, mai értelemben vett EKG-görbét 1903-ban Willem Einthoven (1860–1927) holland fiziológus készítette, aki 1924-ben orvosi Nobel-díjat is

<sup>3</sup> (Az ábra eredetije a Wikimedia Commons, First medical X-ray by Wilhelm Röntgen of his wife Anna Bertha Ludwigs' hand – 18951222.jpg)



4. ábra. Az első, sorozatban gyártott EKG 1911-ből<sup>4</sup>

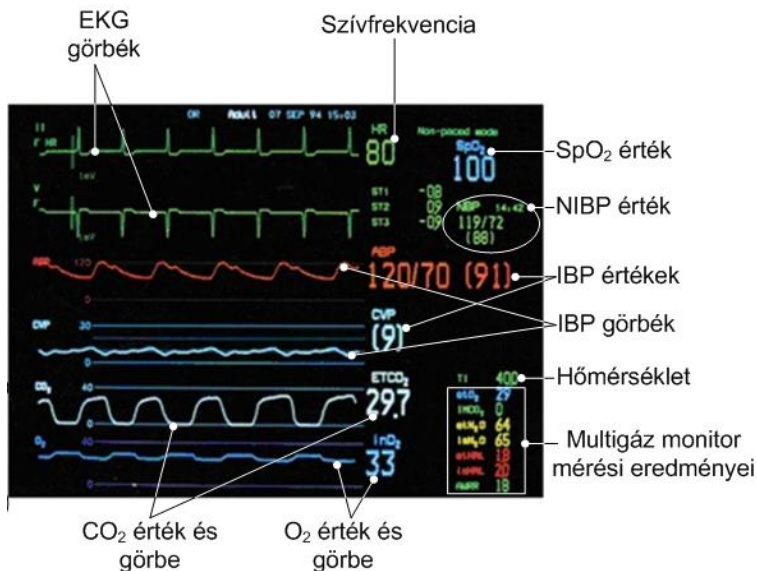
kapott az EKG vizsgálatok terén kifejtett tevékenységéért. Ennek eredménye volt, hogy a szív és keringési betegségek diagnosztizálása terén jelentős fejlődés következett be. Az első EKG készülékek bizony még nagyon monstrum eszközök voltak, lásd a 4. ábrán.

Az ilyen orvostechnikai eszközök alkalmazása révén már egyre több információhoz jutottak az orvosok a különböző betegségek felismeréséhez, mivel már a számszerű és időfüggvény formájában is megjelenő adatok, valamint (mai értelemben vett) kezdetleges képek is rendelkezésükre álltak az emberi test állapotáról.

A fejlődés következő „nagy ugrása” a II. világháború után, főleg az 1950/60-as években következett be. Az új orvostechnikai eszközöknek jellemzője, hogy:

- a félvezető elemek (tranzisztorok, majd integrált áramkörök) gyors fejlődésének köszönhetően az eszközök szolgáltatása növekedett: több fiziológiai adat mérése egyidejűleg, kisebb méret, hordozható kivitel, teljesítmény csökkenés stb. Az elektronikus eszközök között megjelennek az *intenzív őrző monitorok*, amelyek elősegítik a műtét utáni állapotban, vagy életveszélyes állapotban lévő betegek folyamatos megfigyelését, a veszélyhelyzet jelzését, az adatok megőrzését. A nagymennyiségű adat (akár számszerű, akár folyamat jellegű) vizuális képernyőn jelenik meg, azonnal látható, és – szükség esetén – maradandó regisztrátumot is lehet készíteni (5. ábra).

<sup>4</sup> A Cambridge Scientific Instrument Company of London gyártmánya. Az ábra eredetije a Burch, De Pasquale: A History of Electrocardiography, p. 33.



5. ábra. Intenzív őrző monitor képernyőjén látható ábrák és értékek

- a röntgentechnikában egyre nagyobb szerepet kap a felvételi technika, mivel ez kevesebb sugárterheléssel jár a beteg számára, ezzel növekszik a töréses megbetegedések jobb diagnosztizálása, nemcsak a mellkas átvilágítása lesz a röntgentechnika feladata.
- megjelennek az ultrahangos (UH) diagnosztikai eszközök, amelyek többsége már képi információt szolgáltat a test belsejéből.
- a száloptika felfedezésével lehetővé válik az endoszkópokkal a test belső részeinek a megfigyelése is a testüregeken keresztül, ez már szintén képi információt szolgáltat.

Az 1970-es évektől kezdve az 1980-as évek végéig további jelentős fejlődések következnek be:

- a digitális technika erőteljes előretörése, a számítástechnika rohamos fejlődése és a félvezető elemek miniaturizálása révén már magában az orvostechikai eszközben (EKG-ban, intenzív őrző készülékben, spirométerben stb) megtörténik az adatok feldolgozása, így számos származtatott adatot is tud már szolgáltatni a műszer, nemcsak a mért adatokat, ami növeli a diagnózis felállításának valóságát és biztonságát.
- döntő változást hoz a röntgentechnika alkalmazásában a „computed tomograf” (CT) megjelenése 1975-ben. Ennek az eljárásnak a kidolgozója és a készülék megteremtője: Godfrey N. Hounsfield (1919–2004) angol

villamosmérnök és Allan M. Cormack (1924–1998) dél-afrikai származású USA-beli fizikus már 1979-ben (tehát alig pár évvel a felfedezés 1973-as közlése után) orvosi Nobel-díjat kaptak!

- az endoszkópok esetében is már, a szemmel is látott képet elektronikusan dolgozzák fel, ezzel növelik az információk mennyiségét és megbízhatóságát.
- Az említett műszaki fejlődések tehát jelentősen növelték a betegek vizsgálati lehetőségeit, elősegítették a minél több diagnosztikai adat nyerését és feldolgozását, ezáltal az objektívebb orvosi diagnózis felállítását. A pontos diagnózis pedig jobb és eredményesebb terápiás eljárások alkalmazásához vezet, elősegítve ezzel a beteg mielőbbi gyógyulását.

A harmadik „nagy ugrás” az egészségügyi technológia alkalmazásában az 1990–2000 közötti években következett be. Figyelembe véve azt, hogy valamilyen felfedezés, vagy új eljárás megjelenése kb. 10–15 év alatt válik oly fokon elterjedtté, hogy az már a közgyógyászatban is „rutin” eljárásnak számít/hat. Ennek jelentős állomásai:

- az elektronikus elven működő orvostechikai műszerek tulajdonképpen már „számítógépek” lesznek, melyek központi egysége maga a processzor (vagyis a vezérlő és jelfeldolgozó egység), ami a bemenetére kerülő digitális jeleket az adott parancsnak megfelelően feldolgozza. A mérendő fiziológiai jelet (vérnyomás érték, EKG-jel, légzés jellemzők, visszavert ultrahang stb) a mérőátalakító érzékeli és továbbítja az analóg/digitális átalakítón keresztül a központi egységnek. Tulajdonképpen ma már ez a hagyományos értelemben vett „mérőműszer”. A kijelző egységen pedig a legkülönbözőbb formában (számjegy, időfüggvény, származtatott adat, pontokból, vagy vonalakból álló kép stb) áll rendelkezésünkre a kívánt információ. – Ma már ilyen felépítésű akár egy EKG, akár egy spirométer (légzésmérő), akár egy ultrahangos diagnosztikai készülék, de az intenzív őrző monitorok is. Az orvos számára azért hasznos ez a megoldás, mert egy, vagy néhány mérés során nagyon sok adat, információ áll a rendelkezésére a diagnózis megállapításához.
- A képalkotó eljárások előretörése és általánossá válása a diagnosztikai tevékenységek során. Megjelennek újfajta elven működő eszközök is, mint például az MRI (mágneses magrezonanciás képalkotó készülék), amelyik a klinikai gyakorlatban már az 1980-as években megjelent, de széleskörű elterjedése csak az ezredforduló táján és utána történt meg. De ugyanilyen a PET (pozitronemissziós tomográf) is, amelyik azonban még ma is nagyon drága (meghaladja az egy milliárd forintot, a kiegészítő CT készülékkel és az izotópokat előállító ciklotronnal (részecskegyorsítóval)



együtt), ezért ma még nem számít a rutin vizsgálatok közé. – Ezek az eszközök már az egész test belsejéről (vagy annak egyes szerveiről) részletes képet adnak, az orvos mintegy „belelát a testbe”! – Míg például korábban egy ízületi, vagy gerincbántalmat csak esetlegesen egy röntgenvizsgálattal diagnosztizáltak, manapság már a röntgen vizsgálatok mellet szóba jöhet a CT, az MRI és az ultrahangos vizsgálat is.

- Az endoszkópokat már nemcsak diagnosztikai célokra használják, hanem terápiás eszközként is szerepelnek, mégpedig rendkívül sokoldalúan. Ezekkel vált ugyanis lehetővé az orvosok és betegek évszázados álma: „csak ne vágjanak!”. Az endoszkópok alkalmazása vagy természetes testüregeken keresztül történik, vagy pedig csak rendkívül kicsi (pár cm-es) vágással. Úgy is hívják ezt a lehetőséget, hogy „kulcslyuk sebészet”.
- Az egészségügyi ellátások során létrehoztak egy új ellátási formát: a „sürgősségi ellátás”-t. Ezt azok a betegek vehetik igénybe, akiknek egészségi állapotában olyan változás következett be, amelynek következtében – azonnali egészségügyi ellátás hiányában – a beteg közvetlen életveszélybe kerülne, illetve súlyos, vagy maradandó egészségkárosodást szenvedne (Eütv. 3. §. i) pontja alapján). Ebben az esetben, amint a beteg jelentkezett (távközlési eszközön, vagy személyesen), azonnal el kell végezni a *„sürgős szükség fennállásának megállapítására irányuló vizsgálatokat, valamint a sürgős szükséglet elhárító beavatkozásokat”* (a 2006. évi CXXXII. tv. 1. §. (2) bek. h) pontja). – Ez a feladat egyrészt rendkívül jól felszerelt műszerezettséget igényel, ami a diagnózis azonnali megállapításához szükséges, másrészt pedig tartalmaznia kell az azonnali életveszély elhárításához szükséges eszközöket is. Abban az esetben, ha a beteg ellátása sürgősségi osztályon történik, biztosítani kell – kórházon belül, vagy 15–30 percen belül elérhető helyen – a képalkotó diagnosztika lehetőségét is.

Így tehát az orvostudományok mellett kialakult egy olyan új tudomány is, az orvostechnika, amelyik alapvetően műszaki jellegű, de az orvostudományok kisegítője és a gyógyítási folyamatok elősegítője lett. Az orvostechnika rohamos előrelépése, önálló tudománnyá való kialakulása csak az 1950-es évekre tehető, utána indult világméretben is óriási fejlődésnek, melynek üteme csak az űrhajózás fejlődéséhez volt hasonlítható.

## **2. Az egészségügyi ellátás biztosításának technikai-technológiai feltételei**

Az ember legfőbb értéke, az egészsége – közismert ez a mondás mindenki előtt. Amikor tehát az egészség fenntartására, vagy helyreállítására törekszünk, akkor számos olyan tényezőt figyelembe kell vennünk, amelyik elősegíti, támogatja az egészséges állapot elérésére törekvő folyamatokat.

Éppen ezért, ha valami problémánk adódik a saját egészségünkkel, azaz „nem jól érezzük magunkat”, akkor magunk is már otthon azonnal vesszük a „lázmérőt” és megmérjük a lázunkat, vagy a hordozható, automata vérnyomásmérő műszerrel a vérnyomásunkat, esetlegesen az ujjbegyre csíptethető oximéterrel a pulzusszámunkat és a vérünk oxigénszintjét, stb. Az ehhez szükséges eszközökkel többnyire már minden háztartás rendelkezik. Azaz: műszaki eszközöket alkalmazunk abból a célból, hogy információkat szerezzünk saját egészségi állapotunkról.

Azután elmegyünk az orvoshoz, aki vizsgálat közben sztetosztópot, vagy fonendoszkópot használ, vagy már maga is elektrokardiográf (EKG) készüléket. Ezek is mechanikai elven, illetve villamos elven működő eszközök, készülékek. Ha további rendellenességet tapasztal, akkor pedig „beutal” bennünket további vizsgálatokra: röntgen átvilágításra, vérvételre stb. Ezeken a vizsgáló helyeken már bonyolult műszaki eszközökkel: röntgen készülékekkel, ultrahangos diagnosztikai készülékekkel, laboratóriumi automatákkal jutnak az orvosok a diagnózis felállításához szükséges adatokhoz. Ha még további vizsgálatokra van szükség, a technika jelenlegi legfejlettebb készülékeit is alkalmazzák a betegségek megállapításához: a komputertomográfot (CT), a mágneses magrezonanciás elven működő készülékeket (MRI), vagy a pozitív emissziós tomográfot (PET). Míg az egyszerű vizsgáló eszközök (hőmérő, vérnyomásmérő stb) csak néhány száz, vagy néhány ezer forintba kerülnek, ezeknek a „high-tech” készülékeknek az ára már több százmillió forint körül mozog.

Ha komolyabb a baj, akkor sor kerülhet műtetre is. Ennek során mechanikai eszközöket (például: szikét, ollót, fogót stb), és/vagy elektronikus elven működő sebészeti vágó készülékeket vagy száloptikai elvű endoszkópokat, illetve elektronikus képkalkotóval összekötött videoendoszkópot alkalmaznak és a betegek megfigyelésére műtési őrző rendszereket. Ezek már számítástechnikai alapokon működő elektronikus eszközök. A műtét után következik a posztoperatív őrzés, vagy az intenzív megfigyelés. Az itt alkalmazott eszközök bonyolult elektronikus mérő- szabályozó és döntést elősegítő elektronikus eszközök, amelyek célja a súlyos, vagy az életveszélyes állapot jelzése. Ha szükséges, az életveszély megszüntetésére szintén elektronikus eszközöket: defibrillátort, pacemakert alkalmaznak.

A műtét után, a gyógyulás elősegítésére; majd a rehabilitáció, a helyreállítás időszakában is terápiás készülékeket: mechanikai eszközöket,

elektrostimulátorokat, ultrahangos készülékeket stb használnak fel. Mindezek a műszaki eszközök, melyeket az orvosok a gyógyítási tevékenység során használnak, összefoglaló néven: az *orvostechnikai eszközök*. Vagyis az egészségügyi ellátás során számos műszaki eszközzel találkoz/hat/unk, amelyek nélkül nem lenne lehetséges az egészségi állapot helyre állítása.

Amikor tehát az egészség fenntartására, vagy helyreállítására törekszünk, akkor számos olyan tényezőt figyelembe kell vennünk, amelyik elősegíti, támogatja az egészséges állapot elérésére törekvő folyamatokat. Ezek közé tartoznak azok a műszaki tevékenységek is, melyek nélkül ma már lehetetlen lenne eredményes és hatékony megelőző-gyógyító munkát folytatni. A mérnöki-műszaki tevékenységek szerves részei az egészségügyi ellátásnak, de az alaptevékenységek (megelőzés, gyógyítás, rehabilitáció, ápolás, gondozás, stb.) mellett szerepüket, jelentőségüket vagy nem kellően ismerik fel, vagy nem méltányolják, vagy jelentős mértékben háttérbe is szorítják.

Ahhoz, hogy egy megfelelő színvonalon működő egészségügyi ellátást tudjunk biztosítani, objektív és szubjektív feltételek szükségesek.

Egy jól működő egészségügyi ellátás nem nélkülözheti a megfelelő gazdasági-műszaki alapokat, melyben egyaránt megtalálhatók objektív (anyagi jellegű) és szubjektív (személyi jellegű) elemek is. Az objektív feltételek közé tartozik,

- a megfelelően kiépített és jól működő egészségügyi rendszer, továbbá:
- egyrészt: rendelkezésre állnak azok az épületek, helyiségek stb, amelyeket speciálisan az egészségügyi ellátás céljainak megvalósítására hoztak létre, illetve
- másrészt: rendelkezésre állnak a betegségek megállapítására, a gyógyítás elősegítésére és a rehabilitációra szolgáló eszközök, műszerek, berendezések, amelyeket összefoglaló néven orvostechnikai eszközöknek nevezünk.

Ezeknek az anyagi értékeknek a növelése szükségszerű és a fejlődés mértéke világszerte egyértelműen növekvő. A növekedésnek azonban van egy korlátja is, amelyik elsősorban a rendelkezésre álló területtől és az anyagi, pénzügyi lehetőségektől függ.

Ma már egy kórházat műszaki szempontból úgy tekinthetünk, mint egy rendkívül szigorú technológiai követelményeknek megfelelően működő üzemet, amelyben alapvető követelmény a berendezések, eszközök és műszerek naprakész üzemképessége és a higiéniai, valamint az életvédelmi, biztonságtechnikai szabályok rendkívül szigorú betartása és betartatása. Ha ezek a műszaki feltételek nem állnak fenn, az veszélyezteti az orvosok és az egészségügyi szakszemélyzet gyógyító-megelőző tevékenységének eredményességét és a népesség egészségi állapotát is.

A szubjektív feltételek közé tartozik a megfelelő létszámú orvos és ápolószemélyzet, illetve a velük együtt dolgozó és munkájukat elősegítő gazdasági, műszaki és kiegészítő személyzet.

Az, hogy egy kórházban orvosokra, ápolókra, szakasszisztensekre, kiegészítőkre, sőt adminisztratív és gazdasági dolgozókra szükség van, mindenki számára nyilvánvaló. Kevésbé ismert azonban, hogy a kórházi infrastruktúrát biztosító és üzemeltető műszaki személyzet is részese a kórházak egészségügyi ellátó tevékenységének. Gondoljunk csak arra, mi lenne; ha nem lenne a kórházban fűtés; ha nem működne a lift, a szállítás; ha nem lennének korszerű orvostechnikai eszközök, műszerek; ha a műtöt nem lehetne rendeltetésszerűen használni stb. Vagyis csak akkor derülne ki szerepük, jelentőségük, ha hiányuk miatt nem biztosítható a kórház mindennapi működése.

A kórház alapvető feladata a betegek kivizsgálása, gyógyítása és ápolása. De a beteg embert is úgy kell elhelyezni, hogy biztosítani kell számára a szükséges komfortot:

- kényelmes betegszobát,
- megfelelő hőmérsékletet,
- tiszta, fertőzésmentes levegőt,
- a szükséges higiéniai feltételeket,
- a betegségéhez igazodó étkeztetést,
- esetleges kulturális igényeinek kielégítését (telefon, rádió, televízió stb. biztosítása);
- valamint, a kivizsgáláshoz, gyógyításhoz szükséges legmodernebb orvostechnikai eszközöket, azaz
- nagy értékű műszereket,
- speciális berendezéseket.

Úgy tűnik, hogy mindez magától értetődő dolog.

De mi van akkor, ha ezekből valami hiányzik?

Ha nem sikerül biztosítani a betegek elhelyezéséhez szükséges optimális körülményeket?

Ha hiányosak az ellátáshoz, kezeléshez szükséges technikai feltételek?

Ha nincsenek meg a kivizsgáláshoz, gyógyításhoz szükséges megfelelő műszaki eszközök, műszerek?

Akkor derül csak ki, hogy a gyógyítási folyamathoz alapvetően hozzátartoznak a megfelelő technikai feltételek, a korszerű műszaki eszközök, műszerek is és az ezek biztosításához szakszerűen értő és mindezt előteremtő műszaki szakemberek is. Nagyon sok helyen és nagyon sok esetben csak akkor derül ki *a kórházi műszaki szakemberek jelentősége*, ha amiatt van baj, vagy probléma a kórházban, mert

- egyáltalán nincs belőlük, vagy
- nem az elegendő létszámban vannak, vagy
- nem a megfelelő szintű és képzettségű műszakiak vannak.

Ahogy a kórházakban is különböző képzettségű szakorvosok dolgoznak (sebészek, belgyógyászok, szülészek stb), ugyanúgy a sokféle formában felmerülő műszaki problémák megoldására is mindig a megfelelő képzettségű és végzettségű mérnökre, vagy technikusra, esetleg szakmunkásra van szükség. Ezek a szakemberek az orvostechnikához és a kórházi üzemeltetéshez is szakszerűen értő és erre a feladatra kiképzett műszakiak.

A kórház folyamatos üzemeltetése, a hatékony betegellátás pedig csak úgy biztosítható a legcélszerűbben, ha ezek a műszaki szakemberek is ugyanúgy hozzátartoznak a kórházhoz, mint az orvosok és az ápolószemélyzet. Szeretnénk utalni arra is, hogy az sem mindegy, hogy az intenzív osztály műszereit esetleg egy bányamérnök, vagy pedig egy ehhez értő klinikai (esetleg villamos-) mérnök gondozza-e, vagy esetlegesen egy meghibásodásnál, vagy üzemzavarnál a szomszéd városból (vagy országból!) kell szakembert hívni a javításhoz, holott az intenzív ápolás, őrzés célja éppen a közvetlen életveszély elhárítása, amihez folyamatosan működnie kell az intenzív monitoroknak. Éppen ezért ezekre a szempontokra időben oda kell figyelni és időben is kell gondoskodni az alapvető feltételek kielégítéséről.

Az egészségügyben ugyanis a műszaki fejlődés, a technológiai színvonal fejlődése egyre erőteljesebb és manapság már az egészségügyi ellátás megfelelő színvonalon való biztosításának ez alapvető feltétele.

### 3. Az orvostechnika kialakulása és tudománnyá válása

Mielőtt az orvostechnika tudományának kialakulásáról és szerepéről beszélünk, szükségessé válik néhány műszaki fogalom pontos meghatározása, mivel a nem műszaki dolgokkal foglalkozók előtt ezek kevésbé ismertek. Ezekről érdemes egy kicsit alaposabban és körültekintőbben elgondolkoznunk. Kezdjük mindenekelőtt a „technika” szó értelmezésével. Az egészségügyben dolgozók körében sokszor idegenül hat ez a szó, nem mindig vannak tisztában értelmével, talán félnek is tőle, s még ha gyakran használják is a technikai (műszaki) eszközöket, nem biztos, hogy rendeltetésüknek és szolgáltatásuknak megfelelően tudják használni és kihasználni őket.

A „technika” szó a görög „techné”: művészet kifejezésből származik és ebben az értelemben ügyességet (művészetet), mesterségbeli tudást jelent. Ilyen értelemben beszélhetünk bárkinek a „technikájáról”, például az operáló sebész orvos technikájáról, mesterségbeli fogásairól, ügyességéről. Általános értelemben azonban van egy másik jelentése is: *a műszaki tudományok összességét* jelenti. Azaz *mindazon dolgokat, amelyek révén anyagi javakból (nyersanyagból, vagy alapanyagból) használati eszközöket tudunk létrehozni*. Röviden: „valamiből valamit” csinálunk. De nem mindegy, hogy hogyan! Ez a „hogyan” jelenti pedig a másik sűrűn használatos fogalmat: a „technológia” értelmezését.

Mit értünk tehát a „technológia” kifejezés alatt? *Valamilyen termék, termény, létesítmény, szolgáltatás gyártási, termesztési, illetve előállítási eljárásainak összessége. Egy adott technológia alkalmazása során valamiből valamit előállítanak, létrehoznak, vagy valamit megváltoztatnak, átalakítanak valamilyen eszköz(ök) segítségével egy több műveletből álló folyamatban.*

Ezeket a fogalmakat gyakran használják az egészségügyben is. Maga a gyógyítási folyamat is egy olyan technológiai eljárás, amelynek során „valamiből”: a beteg emberből meghatározott műveleti elemek sorozatán keresztül, vagyis a vizsgálatok és az alkalmazott terápiás eljárások révén „valamit”: azaz ismét egészséges (helyesebben: gyógyult) embert hozunk létre. Tehát máris nem idegen még az egészségügyiek számára sem a technika, technológia szó értelme, hiszen szoros kapcsolatban van a gyógyító-megelőző tevékenység minden fázisával.

Manapság már magától értetődővé vált az „orvostechnika”, „orvostechológia”, sőt a „kórháztechnika”, „kórháztechnológia” szavak használata is. De valójában mit is jelentenek? Az előbbi gondolatmenetünk alapján most már könnyű megtalálni az összefüggéseket.

Az „orvostechnika” kifejezés eredetileg az angol „biomedical engineering” kifejezésből származik, s ilyen értelemben jelenti az „élettel, az élő anyaggal, valamint az orvoslással kapcsolatos” tudományok és a műszaki tudományok közötti kapcsolatot.

Magával az elnevezéssel kapcsolatban megjegyezzük, hogy a magyar elnevezés nem „tükörfépe” az eredeti angol elnevezésnek. Manapság azonban már elterjedt

vált és a jogi nyelv is használja, tehát ez az elnevezés fordul elő az egészségügyi törvényben is, valamint a különböző Európai Uniók direktívákban, illetve az új EU-s rendelet magyar fordításában is.

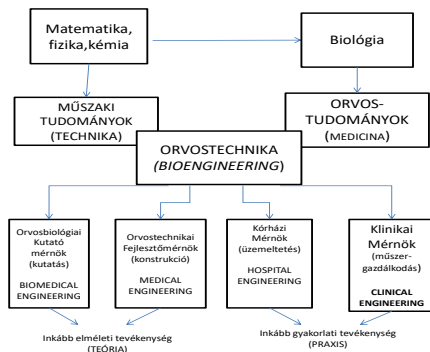
A „biomedical engineering” sokkal általánosabb, sokkal több mindent kifejez, mint a magyar „orvostechnika” szó. Ez utóbbi inkább csak a „medical engineering” kifejezést fedi le. Az elnevezés magától Dr. Katona Zoltántól (1931–1995) származik, akit Magyarországon az orvostechnikai tudomány egyik nagyjelentőségű művelőjének tekinthetünk és – többek között – egyik szószólója volt az orvostechnikai oktatás/képzés megindításának és szükségességének Magyarországon. Ugyanakkor nemzetközi téren is sok elismerést szerzett a magyar orvostechnikának.

Az orvostechnika olyan határterületi (interdiszciplináris), vagy több tudományt is átfogó (multidiszciplináris) tudomány, melynek célja, hogy az orvostudomány által felvetett mérési (információszerzési) és gyógyászati problémákat a műszaki tudományok elvei, módszerei és készülékei segítségével oldja meg.

*Célja, hogy az élő szervezetről (az emberről) minél több és minél objektívabb információkat szerezzen és ezek birtokában olyan eszközöket és készülékeket hozzon létre, amelyek elősegít/het/ik a gyógyítás folyamatát.*

A fenti definícióban a következő lényeges elemek vannak:

- *határterületi, illetve interdiszciplináris tudomány*, tehát művelőinek mind a műszaki tudományok alapfogalmainak ismeretében, mind az orvosi tudományok alapfogalmainak ismeretében jártasnak kell lennie;
- *alapvetően a műszaki tudományok elveire és módszereire épít*, tehát elméleti megalapozottsága természettudományos-műszaki jellegű;
- *ugyanakkor gyakorlati, alkalmazói jellege is van*, mivel az orvostudomány által felvetett problémákat eredményesen meg kell oldania.



6. ábra: Az orvostechnika helye a tudományok között és részterületei

A tudományok közötti kapcsolatra jellemző képet kaphatunk az 6. ábrából. Az első sor az alaptudományokat jelenti, míg a második sor az alkalmazott tudományokat sorolja fel. Ugyanebből az ábrából megláthatjuk az orvostechnika főbb részterületeit, amelyekről majd a későbbiekben még részletesen szólnunk.

Az orvostechnika gyors fejlődéséről a 20. század első felében már szó volt az 1. fejezetben. Igazi nagy fejlődése, azaz önálló tudománnyá válása azonban az 1950-es évekre tehető, amikor az elektronika, a méréstechnika és a villamos áram hatásainak alkalmazása révén az orvoslásban is gyorsuló ütemben kezdtek alkalmazni az ilyen elven működő műszaki eszközöket, műszereket. Egyre másra alakultak meg azok az intézmények, vállalkozások, melyek most már csak az orvoslás számára fejlesztettek, vagy gyártottak ilyen készülékeket. Mindez olyan mértékű változást idézett elő, amelyek lehetővé és szükségszerűvé tették az orvostechnika önálló tudománnyá való alakulását.

Fontos dátumnak tekinthetjük az 1958-as évet, amikor június 26. és 28. között Párizsban találkoztak 9 ország vezető tudósai és kutatói, akik akkor már az „orvosi elektronika” területén dolgoztak. A találkozót Dr. Vlagyimir Kozmics Zworykin (1889–1982) kezdeményezte, aki orosz születésű volt, de az I. világháború után az Egyesült Államokba került, Amerikába és itt kísérletezett a katódsugárcső felhasználásával a televíziózás számára. Saját készülékét „kineszkóp” néven szabadalmaztatta. Az 1950-es években kezdett foglalkozni az elektronika alkalmazásával az orvosi készülékekben és ezért kutató csoportját „orvosi elektronikai csoport”-nak nevezték el. 1958-ban a párizsi találkozón merült fel az ötlet egy olyan világméretű föderáció megalakulására, amelyik az orvostechnika területén világszerte dolgozó szakembereket összefogja. Ennek eredményeként alakult meg ugyancsak Párizsban 1959-ben az IFMBE (International Federation for Medical and Biological Engineering), azaz az orvostechnikával foglalkozó kutatók és szakemberek nemzetközi föderációja. (Föderáció jelentése: olyan csoportosulás, amelyben a tagok egyezséget, megállapodást kötnek egymással bizonyos célok elérésére, de a tagok továbbra is önálló szervezetet alkotnak.) Tulajdonképpen ennek a föderációnak a megalakulása jelent/het/i igazán az orvostechnika tudományának elismerését.

Ennek az elismerésének egyik legszebb példája, hogy 1979-ben (alig pár évvel a felfedezés 1973-as közlése után!) *az orvosi Nobel-díjat (megosztva) egy brit villamosmérnök (!),* és pedig Godfrey N. Hounsfield (1919–2004), valamint Allan M. Cormack (1924–1998) dél-afrikai származású *USA-beli fizikus kapták meg,* akik a computed tomográfia elvének kidolgozásáért és az első CT-készülék elkészítéséért részesültek ebben a magas kitüntetésben. Azaz: műszaki és természettudományos alapképzettségű egyének nyerték el az orvosi Nobel-díjat, sőt mindezért G. N. Housfield 1981-ben az angol királynőtől „lovagi” („Sir”) címet is kapott!

Ugyanakkor nem szabad megfeledkeznünk arról sem, hogy 1961-ben orvosi Nobel-díjat kapott Békésy György, akinek alapvégtettsége szerint vegyész-mérnöki



diplomája volt és fizikából a Budapesti Pázmány Péter Tudományegyetemen doktorált, és aki 1923-tól 1946-ig Budapesten, a Postakísérleti Intézetben és a Budapesti Tudományegyetem Gyakorlati Fizikai Tanszékén végzett kutatásai és kísérletei alapján alkotta meg később a Stockholmi Egyetemen a – róla elnevezett – Békésy-féle audiométert.

Itt kell még megemlítenünk azt is, hogy az IFMBE, azaz az Orvostechnikai Egyesületek Föderációja 3 évente tart világkonferenciát és ezen új elnököt választ. 1985-ben, a Helsinkiben (Finnország) rendezett világkonferencián elnöknek a magyar Richter Nándort (1930–2015) választották meg (japán javaslatra)! Ez az (akkori) magyar orvostechnikai ipar és kutatás elismerése volt, amelyet azonban itthon, Magyarországon nem követett hasonló szintű reakció, hiszen még az (akkori) népszerű újságokban sem jelent meg róla közlemény, vagy méltatás.

Az orvostechnikával a gyógyító tevékenység olyan módszereket és eszközrendszert kapott segítségül, amelynek szakszerű és hatékony használata a gyógyító munka eredményességét növelheti. Ez azért valósulhat meg, mert az orvostechnika alkalmazása:

- egzaktabb, objektívabb vizsgálati és mérési módszereket tesz lehetővé;
- olyan paraméterek vizsgálati lehetőségeit teremti meg, amelyek az eddigi használatos klasszikus orvosi vizsgálati eljárásokkal nem voltak lehetségesek;
- sokfajta információ egyidejű szolgáltatására képes és ezt a beteg különösebb megterhelése nélkül éri el;
- többféle mérési paraméter alapján esetenként noninvazív módon is képes a test belsejéből képi, funkcionális, dinamikus információkat nyújtani;
- a mért adatokat, vagy képi úton megszerzett információkat a kívánalmaknak megfelelően képes feldolgozni és tárolni;
- az így kapott adatokat, információkat hosszú ideig képes megőrizni (archiválni);
- sok esetben mentesíti az orvosokat és az ápoló személyzetet a felesleges adminisztráció terhe alól;
- számítógépes programok (szoftverek) segítségével képes segíteni az orvosokat a helyes és megbízható diagnózis minél gyorsabb felállításában;
- életfontosságú fiziológiai funkciók támogatásával, szabályozásával, kiváltásával magas szintű, bonyolult terápiás beavatkozásokat és rehabilitációs gyógy módokat tesz lehetővé;
- mindig új diagnosztikai és terápiás eljárások felismerését, kutatását, bevezetésük segítségét teszi lehetővé.

A kórházi, de főleg a kórháztervezői gyakorlatban használatos még az orvostechológia, vagy egészségügyi technológia fogalma is.

Az orvostechnológia: „Az egészségügyi ellátás speciális működési feltételeit biztosító technológia.”<sup>5</sup>

„Feladata: a betegellátáshoz (diagnosztika, terápia, megelőzés, ápolás, gondozás, rehabilitáció stb.) szükséges feltételek komplex biztosítása, az orvosszakmai programnak megfelelően az épület/ek/ tervezési folyamatában a szükséges műszaki, technikai követelmények megadása, a kivitelezéshez szükséges adatok, szempontok és összefüggések meghatározása.”<sup>6</sup>

Itt jegyeznénk meg, hogy az „egészségügyi technológia” és az „orvostechnológia” kifejezéseket azonos értelemben használják. Használatos még a „kórháztechnológia” kifejezés is. Ebben az esetben kifejezetten a kórházakban használatos technológiai folyamatok értelmezéséről van szó, elsősorban a kórházüzemeltetés során felmerülő feladatok megoldása kapcsán (például az energiaellátás, hőellátás, vízellátás folyamatos biztosítása, szellőzési rendszerek, csatornarendszerek kialakítása, orvosi /vagy medikai/ gázok biztosítása, egyéb infrastrukturális feladatok /például élelmezésüzem, mosodai szolgáltatások, kórházon belüli szállítások, kórházi hulladékok kezelése/ problémáinak megoldása stb).

Az orvostechnológia, vagy gyakran használatos más elnevezésével: az egészségügyi technológia nem azonos jellegű az ipari, gyártási technológiákkal: a gyártási folyamatok általában teljesen lineárisak, egyirányúak, gépsorra szervezhetőek. A gépsor legtöbbször egy nagy teremben helyezkedik el. A kórházban ezzel szemben több, egymással összetett funkcionális kapcsolatban álló kisebb helyiség (részleg) működik, ezeknek a gyógyítási folyamat sorrendjéhez kell igazodni, és ennek megfelelően kell alkalmazni a megfelelő, többnyire orvostechnikai eszközöket. Az orvostechnológia alapvető feladata a szükséges higiéniai, sterilitási, életvédelmi és sugárvédelmi előírások figyelembe vétele, valamint a megfelelően elkülönített közlekedési útvonalak (betegforgalom, látogató forgalom, anyag és eszköz szállítás stb.) meghatározása is.

A rendkívül érzékeny egészségügyi technológia ellentmond nagyon sok ipari feltételnek. Az üzemeltetéshez szorosan tartozó karbantartásokat, javításokat, hitelesítéseket ebben a nagyon érzékeny környezetben kell elvégezni, lehetőleg a gyógyítási tevékenység megszakítása, leállítása nélkül, a higiéniai feltételek folyamatos megtartásával. A mégis szükségessé váló, ideiglenes funkcióváltásokat (például egy egyszerű átépítés vagy festés miatt) mindig a technológia szerteágazó igényeinek figyelembevételével kell megszervezni és elvégezni.

---

<sup>5</sup> Lásd még az előzőekben a „technológia” szó értelmezését. Itt tehát a „hogyan” a lényeges, azaz hogyan valósítható meg az orvostechnika alkalmazása

<sup>6</sup> www.mediplan.hu/mit jelent az orvostechnológia

## 4. Az orvostechnika részterületei, a klinikai mérnökség („clinical engineering”) kialakulása

A 20. század második felében az orvostechnikán belül is nagyon sok részterület alakult ki. Ezek a részterületek részben átfogják egymást, sok tekintetben kiegészítik, segítik egymást s állandóan alakulnak, változnak a műszaki fejlődés következtében is. Alapvetően azonban két fontosabb területet különböztethetünk meg (lásd az 6. ábrát is!):

1. Egy *főleg elméleti* jellegű, elsősorban kutatási-fejlesztési feladatokkal foglalkozó részterületet, melyet a nemzetközi szakirodalom „biomedical engineering”-nek nevez (német nyelvterületen: Biomedizinische Technik, vagy csak Biomedizintechnik), művelőit magyarul orvosbiológiai szakmérnöknek, vagy orvostechnikai mérnöknek nevezhetjük.

*A Szerző megjegyzése:* 2002 után kezdték el használni Magyarországon az „egészségügyi mérnök” kifejezést ennek a tématerületnek a megnevezésére. A [103.] számú irodalomban leírtak szerint 2009-ig 301 ilyen elnevezésű diploma került kiadásra. A Magyar Mérnöki Kamara Egészségügyi Tagozatának több alkalommal is észrevételezett (és a 2015. évi felméréseken alapuló) adataira hivatkozással a magyar egészségügyi intézmények területén csak 5 fő ilyen szakképzettséggel rendelkező mérnök dolgozott, tehát ez nem általános érvényű. (Lásd [111./ irodalom. Megjegyzés: Ez a felmérés csak tájékoztató jellegű volt, mivel a magyarországi egészségügyi intézményeknek csak a 35 %-tól kaptunk visszajelzést.) Ettől függetlenül: 2000 előtt csak az „orvosbiológiai szakmérnök” elnevezés volt használatos!

2. Míg a másik részterület *a gyakorlatban (a praktikumban)*, közvetlenül a gyógyító munka mellett, vagy annak elősegítése érdekében jött létre. A nemzetközi gyakorlatban az elsősorban a gyógyítás közvetlen elősegítésére szolgáló szakterületet „clinical engineering” (német nyelvterületen: Medizintechnik, vagy Klinisch-medizinische Technik), míg a kórházi üzemeltetés fenntartása, és az infrastruktúra biztosítása érdekében kifejtett tevékenységeket a „hospital engineering” (német nyelvterületen: Krankenhaus-betriebstechnik, vagy Spitaltechnik) elnevezéssel illetik. A „clinical engineering”-gel foglalkozó szakemberek magyarul a klinikai mérnökök, ők azok, akik az orvostechnikai ismereteiket az egészségügyi ellátás hatékonyságának növelése érdekében, közvetlenül az egészségügyi ellátó személyzet partnereként hasznosítják, míg a „hospital engineering” szakterületét művelőket nevezik kórházi mérnöknek.

A kétfajta szakterület megkülönböztetését indokolja az a körülmény, hogy míg a „klinikai mérnök” (vagy kórházi műszermérnök) elsősorban a gyógyításhoz szükséges műszerekkel, eszközökkel, mérési eljárásokkal foglalkozik, addig a

„kórházi mérnök” (vagy kórházüzemeltető mérnök) a kórháztechnológia kivitelezéséért, a kórház folyamatos, mindennapos üzemeltetéséért felelős.

Magyarországi viszonyok között azonban a kétfajta terület nem válik el egymástól teljesen. Kórházainkban legtöbbször mindkét feladat ellátása ugyanarra a személyre hárul. Erre a képzés során is tekintettel kell lennünk és ezért mindkét szakterület alapismereteit kell oktatni.

Régebben (kb. az 1980-as évektől kezdve) a „clinical engineering”-et a bioengineering egyik részterületének tekintették más egyéb részterületek (mint például a rehabilitation engineering, bionika stb) mellett. Az 1999. évi bécsi 1. Összeurópai Orvostechikai Konferencián (EMBEC 1999) erőteljesen felmerült az a nézet, hogy a „clinical engineering” nemcsak egyik részterülete a biomedical engineeringnek, hanem elsősorban annak gyakorlati alkalmazását jelenti. Ilyen értelemben a „clinical engineering” egy önálló, széleskörűen alkalmazandó tudománnyá vált, amelyiknek alkalmazási célja elsősorban a gyógyítási folyamat elősegítése, a gyógyító személyzet (orvosok, ápolók, gyógytornászok stb) munkájának támogatása.

A „clinical engineering”-re számos más értelmezés is létezik. Ake Öberg professzor, a svédországi Linköping-i Egyetem professzora és „Biomedical Engineering” Tanszékének vezetője, erről a következőket adta meg: „A *„clinical engineering”* egy általánosabb meghatározás, több, az egészségügyben alkalmazott sajátos mérnöki szakma. Nagy általánosságban azt mondhatjuk, hogy ez az a mérnöki tevékenység, amelyik a kórházakban összpontosul, és a klinikai mérnök az orvossal, nővérrel, valamint a beteggel együttműködve tevékenykedik annak érdekében, hogy a beteg meggyógyuljon.”<sup>7</sup>

Ebből a megfogalmazásból is azt kell kiemelnünk, hogy:

- a) elsősorban a kórházakban alkalmazott mérnöki tevékenységről van szó, egyelőre még csak általánosságban;
- b) ez a tevékenység feltételezi az orvosokkal és a paramedicinális személyzettel való szoros kapcsolatot;
- c) a tevékenység célja minden esetben a beteg meggyógyulása.

A továbbiakban Öberg professzor azt mondja: „A megfelelő technikai feltételekről való gondoskodás nemcsak műszaki, hanem irányítási, gazdálkodási, vezetési tevékenységet is igényel.” Vagyis az előbbi követelményrendszerhez még hozzátehetjük:

- d) a klinikai mérnöki tevékenység feltételezi a menedzsment ismeretek elsajátítását és gyakorlását is.

Az Egyesült Államok-beli ACCE [American College of Clinical Engineering], azaz magyarra fordítva: a Klinikai mérnökök Amerikai Tanácsadó Testülete, a „College” szót itt, mint „kollégium”, azaz valamilyen irányadó, vagy tanácsadó

---

<sup>7</sup> Lásd: [41.] irodalom

testületként értelmezve) a következőket mondja: „*A klinikai mérnök olyan szakember, aki támogatja és elősegíti a betegellátást a mérnöki és menedzseri gyakorlottságával és az egészségügyi technológia felhasználásával....* A klinikai mérnökök az orvosi műszerek minden típusával foglalkoznak, beleértve azokat a készülékeket, amelyek megtalálhatók az intenzív osztályokon, a klinikai kémiai laboratóriumokban, a respirációs terápiában, az aneszteziológiában, neurológiában, radiológiában, a besugárzó terápiában, a nukleáris gyógyászatban és a műtőhelyiségekben is.... A klinikai mérnökök beleértik az egészségügyi technológiába mindazt, ami túl van az orvosi műszereken, tehát ide tartoznak a kommunikációs hálózatok, a telefon rendszerek és a számítógépes hálózatok is.”<sup>8</sup>

Ebből a meghatározásból ismét újabb jellemző ismertetőjegyet említhetünk meg:

e/ a klinikai mérnök nemcsak a gyógyászati célokra használható orvosi műszerekkel foglalkozik, hanem az ügynevezett kommunikációs hálózatokkal, sőt a számítógépes hálózatokkal is, vagyis az egészségügyi informatika kórházon belüli alkalmazásával is.

A legáltalánosabban elfogadott meghatározást az IFMBE „Clinical Engineering” munkacsoportja tette közzé 1982-ben. Ennek a munkacsoportnak tagja volt a már említett Ake Öberg professzor és az általunk nagyon tisztelt dr. Katona Zoltán is, aki Magyarországon az orvostechika tudományának és az orvostechikai oktatás egyik megteremtőjének tekintendő. Ez a meghatározás a következőket mondja ki: „A klinikai mérnöki tudomány az orvosi és biológiai mérnöki tudományoknak a klinikai környezeten belüli alkalmazásával foglalkozik az egészségügyi ellátás hatékonyságának növelése érdekében.

Ezt az alkalmazást a klinikai mérnökök végzik, vagy az ő felügyeletük alapján más személyek. A klinikai mérnök képzettsége és tanulmányai, valamint gyakorlati tapasztalatai és teljesítményei alapján képes arra, hogy felelősséggel, hatékonyan és biztonságosan gazdálkodjon az orvosi eszközökkel, műszerekkel és rendszerekkel, szembesüljön azokkal és azok használatával a betegellátás során; továbbá ezen kompetenciaszint eredményeként felelősséggel és közvetlenül szolgálja a beteget a többi egészségügyi szakemberrel együttműködve.”<sup>9</sup>

Több olyan álláspont is van, hogy klinikai mérnöknek csak az tekinthető, aki közvetlenül a kórházi osztályokon, a „betegágy mellett” dolgozik az orvosokkal és az egészségügyi személyzettel szoros együttműködésben. Ezt a megszorítást a magunk részéről kissé merevnek érezzük, és már 1984-ben, az IFMBE balatonfüredi regionális konferenciáján kifejtettük azt a nézetünket, hogy a „klinikai környezet” fogalma általánosabban értelmezhető, tehát ide sorolhatunk minden olyan mérnököt és műszaki szakembert, aki az egészségügyön belül, vagy az egészségügy érdekében tevékenykedik.<sup>10</sup>

---

<sup>8</sup> Lásd: [40.] irodalom

<sup>9</sup> Lásd: [26.] irodalom

<sup>10</sup> Lásd: [27.] irodalom

Német nyelvterületen is használatos kifejezés, hogy a „poliklinika” az a hely, ahol a bejáró betegeket vizsgálják, gyógyítják. Vagyis, igaz az, hogy a „klinika” szó egyik fajta értelmezéséhez hozzátartozik az oktató kórház fogalma is, de sokkal általánosabban is használatos ez a kifejezés, mint olyan hely, ahol általában betegek vizsgálata és gyógyítása történik. A lényeg tehát az, hogy „*a betegekkel kapcsolatos*” *tevékenységről* van szó. Számunkra pedig ez a döntő! Tehát, ha az angol eredetiből fordítjuk le a „clinical engineering” kifejezést, akkor nyugodtan használhatjuk abban az értelemben, hogy ez egy olyan tudományterület, ahol a betegekkel kapcsolatos, a betegek érdekében történő műszaki tevékenységekről van szó!

Érdeemes még megismernünk egy nemzetközileg jól ismert amerikai professzor, Joseph D. Bronzino véleményét is, aki közel 2000 oldalas Orvostechnikai Enciklopédiát jelentetett meg 1995-ben. Ő a következőket írja: „A technológiai fejlődés hihetetlen sebessége az orvostudomány területén modern, technológiailag bonyolult egészségügyi intézményrendszerek (kórházak, egészségügyi központok) kifejlesztéséhez vezetett. Ennek eredményeként a mérnöki szakma művelőit is növekvő mértékben bevonták az egészségügy rendszerébe azért, hogy menedzseljék *(ebben az értelemben: gazdálkodjanak és folyamatosan működtessék, üzemeltessék)*, fejlesszék és karbantartsák azokat az orvostechnikai eszközöket és rendszereket, amelyeket ezek az egészségügyi intézmények alkalmaznak a hatékony egészségügyi szolgáltatások érdekében. Az orvostechnika és az orvostechológia folyamatos fejlődése és alkalmazása egy új és növekvő jelentőségű szakmát (foglalkozást) hozott létre: *a klinikai mérnököt, amelyik még most is a fejlődés állapotában van.*

Az Amerikai Klinikai Mérnökök Kollégiuma [ACCE] szerint a klinikai mérnök olyan szakember, aki

...*mérnök*, vagyis olyan személy, aki elvégzett egy, a mérnöki tudományokra akkreditált (elismert, jóváhagyott) akadémiai (felsőfokú) programot, vagy aki a szakmában elismert mérnöki elismerést (jogosítványt) szerzett;

...*akinek foglalkozása a mérnöki tudományok szakszerű gyakorlása*, amelynek során a mérnöki tudományok szakszerű gyakorlása azon tudományos és technológiai ismeretek alkalmazását jelenti, melyek a mérnökképzés és az azt követő szakmai gyakorlat során alakulnak ki;

...*a klinikai környezetben*, amelyik az egészségügyi rendszernek az a része, ahol a páciensek (betegek) gondozása, gyógyítása és ápolása folyik (vagyis a lényeg itt is a betegellátáshoz való kapcsolódás!);

...*a klinikai tevékenységek támogatására*, ahol a „klinikai tevékenységek” felölelik magát a közvetlen betegellátást (páciens gondozást), valamint azokat a kutatási, oktatási és nyilvános tevékenységeket, amelyeknek célja a betegellátás (páciens gondozás) javítása, fejlesztése.”

A fent leírtak megtalálhatók: a [39.] irodalomban.

Bronzino professzor meghatározásából is látható, hogy a klinikai mérnöki feladatkör egy széleskörű tevékenység, ami nemcsak a közvetlen „betegágy” melletti és a „klinikákon” (a szűkebb értelemben vett „egyetemi oktató kórházakban”) folyó munkát jelenti, hanem minden olyan tevékenységet, ami a betegellátás javítása és biztonsága érdekében történik, függetlenül attól, hogy az ténylegesen a kórházban, a betegek közvetlen közelében történik-e.

Hagyományos értelemben „klinikai mérnöknek” tekintjük azt a mérnököt, aki a kórházakban, az egészségügyi intézményekben dolgozik és elsősorban gyakorlati tevékenységet végez. (Ami nem zárja ki azt, hogy alkalomadtán kutatási, vagy fejlesztési feladatokat is megoldhat a kórházon, az egészségügyi intézményen belül.)

Összehasonlítással és az eddig elmondottak összefoglalásaként megadjuk a klinikai mérnökök általunk többször is hangoztatott definícióját.<sup>11</sup>

Eszerint: *a klinikai mérnök („clinical engineer”) olyan mérnöki alapképzettséggel és orvostechnikai, valamint kórháztechnikai szaktudással és gyakorlattal rendelkező mérnök, aki az egészségügyben dolgozik a gyógyítási tevékenység elősegítése érdekében, általában közvetlenül a betegellátáshoz kapcsolódóan.* Többnyire a gyógyászati műszerekkel és eszközökkel, ezek beszerzésével és üzemeltetésével, ellenőrzésével és karbantartásával foglalkozik, de tevékenyen részt vesz [vehet/ a számítógépes adatfeldolgozásban és a számítógéprendszerek és hálózatok üzemeltetésében, valamint a fiziológiai jelek mérésének és kiértékelésének folyamatában, az eszközigényes terápiás eljárások segítésében és az orvos-mérnök kutatócsoportok munkájában is a kórházon belül. A gyógyító-megelőző tevékenység elősegítése érdekében közvetlen partnere kell, hogy legyen az orvosoknak és a kórház gazdasági vezetésének.

Az, hogy egy kórházban orvosokra, ápolókra, szakasszisztensekre, kisegítőkre, sőt adminisztratív és gazdasági dolgozókra szükség van, mindenki számára nyilvánvaló. Hiszen a kórház alapvető feladata a betegek kivizsgálása, gyógyítása és ápolása. Azonban a kórházak műszaki ellátási feladatainak megoldása is speciális szakismeretekkel rendelkező műszaki szakembereket, mérnököket követel meg. Ezek lehetnek a „klinikai mérnökök”, vagy „kórházi mérnökök”. Talán azért is nem szembetűnőek ezek a feladatkörök, mert nem közvetlenül a betegség mellett, nem „páciensközvetben” zajlanak le, de végeredményben minden a betegért, a „páciensért” történik. Ezért tartjuk mi nagyon fontosnak a kórháztechnika, kórháztechnológia, kórházüzemeltetés jelentőségét az egészségügyi ellátásban.

Ilyen értelemben a „kórháztechnika” („hospital engineering”)

- a kórházaknak, illetve a kórházak funkcionális egységeinek kialakítási lehetőségeivel, megoldási módjaival, és a benne alkalmazott – nem

---

<sup>11</sup> Lásd: [59.] irodalom

közvetlenül a gyógyítási folyamatban részt vevő – műszaki eszközökkel, felszerelésekkel, berendezésekkel, készülékekkel;

- valamint a folyamatos kórházüzemeltetés mindennapos problémáival (például az energiaellátás, hőellátás, vízellátás biztosítása, szellőzési rendszerek, csatornázási rendszerek kialakítása, orvosi gázok biztosítása, mosodai szolgáltatások, konyhaüzem, szállítási rendszerek, hulladékkezelés stb) foglalkozik, vagyis
- elsősorban építészeti, épületgépészeti, energiaellátási, üzemeltetési feladatokat old meg. A kórháztechnika általánosságban ismerteti mindezek megvalósítási módjait (a „mi”-t!), míg a kórháztechnológia megadja a „hogyan”-t, az adott lehetőségeknek megfelelő részletes üzemeltetési eljárásokat.

Végeredményben *a kórházi mérnök, vagy kórházüzemeltető mérnök („hospital engineer”)* olyan mérnöki alapképzettséggel és speciális kórháztechnikai, kórháztechnológiai és kórházmenedzsment szaktudással és gyakorlattal rendelkező mérnök, aki az egészségügyben, vagy az egészségügy érdekében dolgozik a kórházak és más egészségügyi intézmények infrastruktúrájának kialakítása és fenntartása érdekében. Tevékenységi területe elsősorban az üzemfenntartás, az energiaellátás és a kórházi szolgáltatások területére terjed ki. A kórház folyamatos és zavartalan üzemvitele szempontjából közvetlen partnere a kórház vezetőségének, elsősorban a gazdasági vezetésnek és irányítója, vezetője (lehet) a műszaki ellátásnak a kórházon belül.

A nemzetközi és hazai szakirodalomban még számos szakterületet és elnevezést különböztetnek meg.

- a.) *Bionika*: A technikai (műszaki) vizsgálati és leíró eljárásokat a biológiai rendszerre alkalmazza, és a biológiai objektumról ily módon nyert ismereteket hasonló elvű műszaki berendezések létrehozására használja fel.

A nyugati országok [ az Egyesült Államok USA és a Nyugat-Európai országok] irodalma az 1960-as, 1970-es és 1980-as években egyre nagyobb jelentőséget tulajdonított a bionikának, mivel a „bioengineering” egyik önálló területének tekintette. Kezdeti kutatási témái és lehetőségei a hadiiparban alakultak ki és – sokszor csak évtizedek múlva – kerültek az ipari alkalmazások körébe. Például kutatta a delfinek áramvonalas testének formáját és ennek alapján gyors mozgásukat a tengerekben, hogy ily módon olyan tengeralattjárókat fejlesszenek ki, amelyek hasonló gyorsasággal és mozgási lehetőséggel tudnak a tengerekben haladni. Ez a magyarázata annak, hogy a bionika hadi jelentősége miatt, főleg a Kelet-Európai országokban ezekben az években nem volt ismeretes. A keleti



országok, főleg az egykori Szovjetunió ilyen irányú kutatásairól nincs tudomásunk, ezeket nem hozták nyilvánosságra.

Ilyen értelemben a bionika főleg az élő rendszerek alapvető működésével, tulajdonságaik feltárásával, tehát inkább elméleti kutatással foglalkozik; míg az orvostechika elsősorban közvetlenül a gyógyítás számára szolgáló technikai eszközök előállításával, tehát inkább alkalmazói kérdésekkel foglalkozik.

- b) *Biokibernetika*: az élő szervezet működésének, irányíthatóságának és szabályozásának általános törvényszerűségeivel foglalkozik, vagy más módon kifejezve: a kibernetika törvényeit alkalmazza az élő szervezetre, még pontosabban az élő egyedekre. Ilyen értelemben az élő szervezet törvényszerűségei leírhatók az élettelen folyamatok leírásánál használatos modellekkel. Más kifejezéssel: a tudomány olyan határterülete, amely a kibernetika (információtovábbítás és irányítás – vezérlés és szabályozás) felhasználásával a biológiai folyamatok mélyebb megértésére törekszik.
- c) Az ezredforduló táján alakult ki az a – nemzetközileg is elfogadottá vált – nézet, hogy az elméleti tevékenységekkel elsősorban a *bioengineering*, sőt annak újabb ágai: a *cellular engineering* („sejtmérnökség”) és a *tissue engineering* („szöveti mérnökség”) foglalkozik. Ez utóbbi két elnevezés arra utal, hogy a kutatások ma már sejt, szöveti méretekben foglalkoznak az élő szervezet tulajdonságainak megismerésével és mérhetőségével.
- d) *Rehabilitációs mérnökség* (angolul: Rehabilitation Engineering, németül: Rahabilitationstechnik): a hátrányos helyzetű, fogyatékkal élő, vagy károsodott (más elnevezéssel: „handicap”) emberek orvosi, foglalkozásbeli, valamint szociális rehabilitációjával összhangban lévő műszaki problémák felismerésével és megoldásával foglalkozik. Ide tartozik: az ortopédtechnika, a protézisek, azaz a hiányzó testrészek mesterséges úton történő helyettesítésével foglalkozó ismeretek, és a mechanikus, valamint elektronikus segédeszközök fejlesztése mellett mindenekelőtt a hátrányos helyzetű emberek részére speciális munkahelyek, a háztartási környezetet és a mozgást elősegítő, vagy lehetővé tevő eszközök kialakítása a szükségleteknek megfelelően.

Vagyis a rehabilitáció során szükséges eszközök, biokompatibilis anyagok fejlesztésével, alkalmazásával foglalkozik, azaz a hátrányos helyzetű, fogyatékkal élő és károsodott emberek életkörülményeinek, munkába állásának elősegítését szolgálja és ezáltal szintén az orvostechika („biomedical engineering”) egyik szakterülete.

## 5. Az Európai Unió csatlakozás következményei az orvostechnika területén

Magyarország 1994. április 1.-én benyújtotta csatlakozási kérelmét az Európai Unióba. Ezzel kötelezte magát az Európai Unió (EU) elveinek és jogszabályainak átvételére.

Közismert, hogy az Európai Unió négy alapelve: az áruk, vagy termékek; a személyek; a szolgáltatások; és a tőke szabad áramlása.

Az áruk szabad mozgása terén a legjelentősebb dolog az EU direktíváinak átvétele, ami tagságunk feltétele is volt. Az EU a legfontosabb termékcsoportokra, közöttük például az orvostechnikai eszközökre is irányelveket, úgynevezett direktívákat határozott meg, amelyek rögzítik az adott termékkel (eszközzel) kapcsolatos alapvető elvárásokat. A legfontosabb alapelv, hogy a termék, *az orvostechnikai eszköz nem veszélyeztetheti sem a páciensek, sem a felhasználók, sem az esetlegesen jelenlévő harmadik személyek életét, biztonságát és egészségét és nem károsíthatja a környezetet.*

Ezért négy kockázati osztályba sorolják az orvostechnikai eszközöket. A legkevesebb kockázattal járó, I. osztályú eszközöket a gyártó önmaga tanúsíthatja, azaz megfelelőségi nyilatkozattal látja el és ennek alapján felhelyezheti az eszközre a CE jelölést. (Kivéve a mérőfunkcióval rendelkező és a steril eszközöket.) Ezek után az ilyen I. osztályú eszközök szabadon forgalmazhatók az EU belső piacán. A magasabb kockázati osztályba tartozó eszközöket viszont a gyártónak úgynevezett megfelelőség-értékelési vizsgálatra kell elküldeni egy, erre a célra kijelölt szervezethez, amelyik rendelkezik az EU Brüsszeli Bizottsága által adott négyjegyű számmal és csak ennek a Kijelölt Szervezetnek a tanúsítványa alapján helyezheti fel az eszközre a CE jelölést. Ez az EU-n belüli szabad forgalmazás feltétele.

Az orvostechnikai eszközökre az EU három direktívát állapított meg. Ezek a következők:

1. az aktív beültethető orvostechnikai eszközökre vonatkozó 93/68/EEC-vel módosított 90/385/EEC számú Direktíva (továbbiakban: AIMD, kihirdetve: 1993. január 1-én, kötelező alkalmazás: 1995. január 1-től);
2. az általában az orvostechnikai eszközökre vonatkozó 93/42/EEC számú Direktíva (továbbiakban: MDD, kihirdetve: 1995. január 1-én, kötelező alkalmazás: 1998. június 15-től);
3. az in-vitro diagnosztikai eszközökre vonatkozó 98/79/EC számú Direktíva (továbbiakban: IVD, kihirdetve: 1998. december 7-én, kötelező alkalmazás: 2003. június 7-től).

Mivel a direktívák az egyes tagországokban csak akkor válnak kötelező érvényűvé, ha azt az illető tagország saját jogrendjébe nemzeti jogszabályként felveszi, ezért az első kettő direktívát először tartalmazta Magyarországon az (azóta többször módosított) 47/1999. (X. 6.) EüM rendelet (a 2019-ben is hatályos 4/2009. (III. 17.) EüM rendelet – lásd a [4.] irodalomban!), az in-vitro direktíva átvétele (jogharmonizációja) viszont csak a 2000 utáni években következett be (ez lett a 8/2003. (III. 13.) EüM rendelet). Feltétlenül meg kell jegyeznünk, hogy az orvostechnikai eszközök forgalmazása (vásárlása) esetén csak a tagállamok megfelelő jogszabályaira lehet hivatkozni, az EU direktívákra való hivatkozásnak nincs joghatálya.

Az orvostechnikai eszközök területén már eddig is szigorú szabályozások érvényesültek mind nemzetközi területen, mind hazai viszonylatban is. Magyarország ezen a téren élen járt és már 1962 óta minősítették az alkalmazásra kerülő műszereket, készülékeket. Sőt, a 14/1990. (IV.19.) SZEM rendelet alapján Magyarországon az egészségügyi intézményekben csak az ORKI Minősítő Határozatával ellátott termékek voltak szabad használni, vagyis beszerzés, illetőleg használatba vétel előtt meg kellett győződni arról, hogy ilyen érvényes Minősítő Határozattal rendelkezik-e a termék.

Ezt a rendeletet felülírta, tehát hatálytalanította az EU direktívák harmonizálását megvalósító 47/1999. (X. 6.) EüM rendelet (amelynek azóta több módosítása is van!), de a lényege továbbra is az, hogy a használatba kerülő orvostechnikai eszközöket csak akkor szabad forgalomba hozni, ha azok megfelelnek a rendeletben (és ezáltal a direktívákban, még pontosabban az alapvető követelményekben) előírt feltételeknek.

Az orvostechnikai eszközökre vonatkozó direktívák tulajdonképpen elsősorban a gyártókra, forgalmazókra vonatkoznak, mivel azonban ezek a készülékek az egészségügyben, a kórházakban kerülnek alkalmazásra, célszerű, ha az alkalmazók, felhasználók is ismerik ezeknek az előírásoknak legfontosabb elemeit.

A direktívák Mellékletei a minden tagállamban azonosan értelmezendő részletes előírásokat tartalmazzák, amelyek például előírják a különböző tanúsítási (EU szóhasználat szerint: megfelelőségértékelési) eljárásokat is. Az I. sz. Melléklet tartalmazza az úgynevezett Alapvető (lényegi) Követelményeket, amelyeket minden eszköznek ki kell elégítenie! Ezekről a mellékletben lefektetett előírásoktól az egyes tagállamok egyetlen pontban sem térhetnek el, azokat teljes terjedelmükben, szöveghűen kell átvenni a saját jogrendjükbe!

A Direktíva első cikke pontosan definiálja, hogy mit tekintünk „*orvostechnikai eszköznek*”. Ettől nem térhetünk el, függetlenül attól, hogy eddig hogyan és milyen szempontok szerint értelmeztük is az orvostechnikai eszközöket.

A magyar szóhasználatban nagyon sokféle elnevezést használtak (és sajnos! még ma is használnak) a gyógyító tevékenységek során használatos eszközökre. Nevezték őket „orvosi műszer”-nek, „orvosi gépek”-nek (!), „orvosi készülék”-nek, „medikai eszköz”-nek, „gyógyászati készülék”-nek, „gyógyászati termék”-

nek stb. (Mint elrettentő példát megemlíti, hogy mind az orvosi gyakorlatban, mind a műszakiak között is – sokszor még ma is! – „orvosi műszer”-nek nevez(ték)ik a sebészeti beavatkozások során használt szikét, ollót, fogót, vésőt, csipeszt, kampót stb, holott ezek csak „sebészeti kézieszközök”. A „műszer” az mindig valamilyen fizikai (a gyógyászatban: fiziológiai) jellemző mérésére, megjelenítésére szolgáló, legtöbbször értékmutató, vagy regisztrátumot eredményező eszköz. Ezek egyike sem jellemző a sebészeti kézieszközökre!

Előjáróban megemlíti azt is, hogy az eredeti angol szöveg mindenhol a „*medical device*” kifejezést használja. Ezt szó szerint (azaz „orvosi eszköz”) nem tudtuk értelmezni, ezért használjuk a magyar jogszabályban az „orvostechikai eszköz” megnevezést. Hasonlóképpen nevezi azt meg az 1997. évi Egészségügyi Törvény is, azaz az 1997. évi CLIV. törvény az egészségügyről 3. §-nak h) pontja is<sup>12</sup>.

Itt szeretnénk megjegyezni, hogy a Direktívában nem szerepel a magyar gyakorlatban megszokott „*gyógyászati segédeszköz*” kifejezés. Minden olyan termék, eszköz, amelyet Magyarországon ebbe a kategóriába sorolnak: orvostechikai eszköz, rájuk tehát egyértelműen az MDD vonatkozik! Ezért szükséges ezzel a Direktívával megismerkedni azoknak is, akik „*gyógyászati segédeszközök*” gyártásával, forgalmazásával, vagy alkalmazásával foglalkoznak.

## Mit nevezünk tehát „orvostechikai eszköz”-nek?

Az MDD direktíva és az azzal harmonizált magyar jogszabályban (47/1999. (X. 6.) EüM rendelet) foglaltak szerint:

*„Minden olyan, akár önállóan, akár más termékkel együttesen használt készülék, berendezés, anyag, vagy más termék, – ide értve a megfelelő működéséhez szükséges szoftvert, valamint a rendelésre készült, továbbá klinikai vizsgálatra szánt eszközt is – amely a gyártó meghatározása szerint embereken történő alkalmazásra szolgál:*

- *betegség megelőzése, diagnosztizálása, megfigyelése, kezelése, vagy a betegség tüneteinek enyhítése;*
- *sérülés vagy fogyatékoság diagnosztizálása, megfigyelése, kezelése, tüneteinek enyhítése, vagy kompenzálása;*
- *az anatómiai felépítés, vagy valamely fiziológiai folyamat vizsgálata, pótlása, vagy módosítása;*
- *fogamzásszabályozás céljából és amely rendeltetésszerű hatását az emberi szervezetben vagy szervezetre nem farmakológiai, immunológiai vagy metabolikus módon fejti ki, de működése ily módon befolyásolható.”*

---

<sup>12</sup> Lásd [1.] irodalom

Úgy tűnik, mintha első hallásra ez a meghatározás túl bonyolult lenne. Gondoljunk azonban arra, hogy olyan definíciót kellett alkotni, amelyik mindenfajta orvostechnikai eszközre vonatkoztatható. Emeljük ki ebből a meghatározásból a lényeges dolgokat és mindjárt közérthetőbb lesz.

Tehát: orvostechnikai eszköz az, amelyik

- (1) embereken való alkalmazásra készül a felsorolt gyógyászati célokra,
- (2) a gyártó szándékai szerint, valamint
- (3) hozzátartozik minden tartozék, szoftver stb. is.

A megfelelő direktíva és az idevonatkozó magyar jogszabály értelmében tehát:

- az eszközt a jogszabályokban foglaltaknak megfelelően kell megtervezni és kivitelezni;
- úgy kell csomagolni és szállítani, hogy közben jellemzői és szolgáltatásai ne szenvedjenek kárt;
- megfelelően kell felszerelni és karbantartani;
- és a használati célnak megfelelően kell használni!

Ezen követelmények maradéktalan teljesítése nemcsak a műszakiaktól követel meg speciális, az alkalmazási célnak megfelelő szaktudást, hanem még az alkalmazótól is, tehát jelen esetben még az egészségügyi szakszemélyzettől is megkívánja a „használati célnak megfelelő” ismereteket, ami egyértelműen elemi műszaki ismeretek elsajátítását is jelent(het)i. A hatékony gyógyító munka ugyanis a kórházakban csak az orvosok, az egészségügyi szakszemélyzet és a műszakiak szoros együttműködése révén valósulhat meg.

Az EN ISO 15225:2000 számú európai szabvány 12 orvostechnikai eszköz kategóriát állapít meg, az egyes kategóriákon belül eszközcsoportokat jelöl ki, amelyekből több, mint 15.000 létezik és még ezeken belül is, harmadik szintként említi meg az eszköztípusokat, amelyekből több, mint 500.000 félért ismernek. Mondhatjuk tehát, hogy kb. fél millió orvostechnikai eszköztípust használnak a gyakorlatban. Aki tehát orvostechnikai tanulmányokat folytat és az orvostechnikai eszközök sokféleségét akarja megismerni, ezek közül választhat!

A továbbiakban csak a személyek szabad mozgásának kérdésével foglalkozunk. Ez ugyanis egyértelműen a szabad letelepedés és a szabad munkavállalás, valamint a szabad hivatás gyakorlásának elvét jelenti. Vagyis senkit sem szabad megkülönböztetni, diszkriminálni azért, mert szakképzettségét, diplomáját egy másik országban szerezte meg. A dolog azért mégsem ilyen egyszerű. Egyrészt azért, mert számtalan „de” van, vagyis korlátozó feltétel, másrészt pedig nem egyértelműen értelmezik az előírásokat az egyes országokban sem.

Nézzük meg tehát most, hogy az egészségügyben dolgozó mérnökök diplomáját, szakképzettségét hogyan ismerik el itthon, Magyarországon és hogyan az Európai Unióban?

Az európai közösségi jog azt jelenti, hogy bárki szabadon gyakorolhatja hivatását az EU bármelyik tagállamában. Vannak azonban olyan szakterületek, amelyekre nézve egyértelműen lerögzítik a hivatás gyakorlásához szükséges követelményeket, ezeket az úgynevezett ágazati irányelvek, vagy *ágazati direktívák* határozzák meg. Amikor valamelyik ország saját jogrendjébe emeli a kívánt direktívát, – ez pedig az EU-hoz csatlakozás feltétele –, akkor annak alkalmazása abban a tagországban elfogadott és kötelező! A szakmák tekintetében hét (egyesek szerint nyolc) ágazati direktíva létezik, éspedig *az orvosokra és szakorvosokra, a fogorvosokra, az állatorvosokra, a szülésznőkre, a betegápolókra, a gyógyszerészekre és az építészekre* vonatkozó. (A nyolcadik direktíva az ügyvédekre vonatkozik, de ennek vannak bizonyos korlátozó feltételei is.) Látható tehát, hogy az egészségügy területe többé-kevésbé lefedett a szakképesítési, vagy alkalmazási követelményekkel. Vagyis egyértelműen rögzített, hogy az egészségügy területén ki, milyen feltételek mellett, milyen szakképzettséggel dolgozhat és ehhez milyen (és melyik) diploma, vagy bizonyítvány elfogadása szükséges. Az EU-n belül tehát az egészségügyi foglalkozásokat szigorúan szabályozzák.

De mi a helyzet a mérnöki hivatást illetően? Nos, ezen a téren már nem olyan kedvező a helyzet! Bár a mérnöki hivatás a tagállamokban nagy tekintélynek örvend, még sincs az elismerésére vonatkozó ágazati direktíva. Próbáltak ugyan ilyet is megalkotni, de 16 évi vita után sem sikerült ezt létrehozni. A problémát a különböző országok eltérő képzési rendszere és a mérnöki szakmák eltérő tagozódása okozta. Így tehát a mérnökök munkavállalására nézve a diplomák elismerésére vonatkozó úgynevezett általános direktíva (89/48/ECC) az irányadó, amelyik azt mondja ki, hogy ha „szabályozott foglalkozásról” van szó, vagyis az adott szakterületre léteznek szakképesítési, vagy alkalmazási követelmények, akkor ezeket a diplomákat a tagállamokban el kell fogadni.

A direktíva szerint akkor beszélhetünk „szabályozott foglalkozásról”, ha közvetlen, vagy közvetett jogi és igazgatási előírások szabályozzák a foglalkozás engedélyezését, vagy diplomához kötik a foglalkozás gyakorlását. Ahhoz tehát, hogy európai értelemben is elismert foglalkozásról legyen szó, az szükséges, hogy jogszabályban legyenek rögzítve a foglalkozás gyakorlásának, a munkakör betöltésének feltételei.

Az egészségügyben nemcsak orvosok, szakorvosok, gyógyszerészek, ápolók stb dolgoznak, hanem rajtuk kívül vannak még más, nem-egészségügyi szakképzettséggel rendelkező diplomások is. Közéjük sorolhatók a menedzserek, a közgazdászok, a gazdasági szakemberek, a jogászok, a fizikusok, a vegyészek és a mérnökök is. Ha csak a műszaki szakterületeket tekintjük, egyértelműen

megállapíthatjuk, hogy az ő alkalmazási feltételeik Magyarországon nincsenek meghatározva!

Az egészségügyben dolgozó közalkalmazottak fizetési besorolására nézve csak az a megkötés szerepel az idevonatkozó miniszeri rendeletben, hogy „mérnök”, vagy „technikus” legyen. De mindegy az, hogy egy kórház műszaki ellátási feladatait egy kohómérnök, vagy egy bányamérnök tudja-e jól megoldani (mert volt ilyen is!), vagy a műszergazdálkodási munkakört egy vízgazdálkodási szakterületen végzett szakemberrel kell-e betölteni?

A bevezetőben már említettük, hogy ez a szakterület speciális ismereteket, speciális gyakorlatot követel meg. Továbbra sincs azonban szabályozva, hogy az egészségügy területén milyen képzettséggel lehet az egyes műszakinak tekintett munkaköröket betölteni. Az EU direktívák értelmében tehát az egészségügyben dolgozó mérnökök egészségügyi szempontból „szakképzetlennek” tekintendők. (Lásd [84.], [85.] és [92.] irodalom). Jópár évvel ezelőtt egy, az EU csatlakozást elemző tanulmányban ez szó szerint így volt leírva: „...az EU csatlakozás esetében az érintett diplomásokat „szakképzetlen” munkaerőnek fogják tekinteni”! Mivel fog ez jární ránk nézve, akik komoly erőfeszítéseket tettünk a szakterületünk elismertetése érdekében?

Visszatérnénk akkor most az EU alaptörvényére: a személyek szabad mozgásának, a szabad munkavállalásnak a kérdésére. Ez ugyanis állampolgári joga mindenkinek. Ugyanis mindannyian kettős állampolgárok vagyunk. Mint magyar állampolgárok, egyúttal az Európai Unió állampolgárai is vagyunk! Tehát, ha erre lehetőségünk adódik, akkor nyugodtan munkát vállalhatnánk – mondjuk – egy angliai kórházban, mint kórházüzemeltető mérnök. A fizetésünk biztosan többszöröse lenne a jelenleginek. Ezt az ott már munkát vállaló orvosok is bizonyítják. Igenám! A munkavállalásnál a munkaadó kéri azt az igazolást tőlünk, amelyik bizonyítja, hogy a mi szakterületünkön szerzett diploma EU-egyenértékű. Nos, ezt nem tudjuk bizonyítani, mivel erre Magyarországon nincs lehetőség! Tehát elestünk a jó munkalehetőségtől, vagy el kell fogadnunk azokat a szigorú feltételeket, amelyeket majd az ottani munkaadónk szab meg számunkra. (Hadd ne részletezzük, hogy mik lehetnek ezek!) De egyszerűbb számára, ha más tagállamból származó munkavállalót alkalmaz, aki teljesíti az EU követelményeket.

Fordítsuk meg a dolgot! Mi van akkor, ha egy EU-tagállam befektetője, vagy üzemeltetője beruház a magyar egészségügybe és itt akar modern kórházat, vagy egy egészségügyi ellátó rendszert létesíteni. Számára az lesz a legegyszerűbb, ha a saját szakembereit hozza magával, annál is inkább, mert az EU legtöbb tagországában magas szintű orvostechikai, kórháztechnikai képzés létezik. Tehát elismert, akkreditált diplomával rendelkező szakembereket képeznek ki.

Csak „zárójelben” említenénk meg, hogy az EU által támogatott felsőfokú orvostechikai képzésben, az úgynevezett TEMPERE programban, régebben pedig a PHARE program keretei között jelentős számú román és bolgár hallgatót

képeztek ki. (Részletesebben lásd majd a 8.3. fejezetben!) Ezekben a képzési programokban Magyarország nem vett részt! A következtetések levonását mindenkinek magára bízuk.

A megoldás kézenfekvő! Kiindulva az idevonatkozó direktíva előírásából, végrehajtási rendeletben szűkíteni kellene az egészségügyben történő alkalmazás feltételeit oly módon, hogy a „mérnök” szó előtt megjelöljük, hogy klinikai vagy kórházi mérnök, illetve „egészségügyi mérnök” képesítés a munkakör betöltésének feltétele. Sok-sok éve kezdeményezzük ezt már a különböző fórumokon, de kérésünk még mindig nem talált meghallgatásra.

A feladatkörök elemzéséből kiindulva, a már említett szakmai követelményrendszer, melyet az 1995. évi esztergomi tanácskozás elfogadott (lásd az [56.] és [57.] irodalomban!), egyértelműen kijelöli az egészségügyben, sőt a kórházon belül is mind a klinikai mérnökök, mind a kórházi mérnökök alkalmazási szempontjait. Ma még nincs tudomásunk arról, hogy az „egészségügyi mérnökök” milyen mértékben felelnek meg ennek a szakmai követelményrendszernek, de biztosan helyük van nekik is, például a klinikák kutató részlegein, vagy akár egy klinikai kémiai laboratóriumban, sőt még az egészségügyi intézmények (kórházak, klinikák, magánklinikák, egészségügyi központok stb) létrehozatala és üzemeltetése során is. Erre vonatkozóan semmiféle „hivatalos” szabályozás nincsen jelenleg, ezen szakmai tevékenységek jogi elismerése még várat magára.

Hadd említsünk meg még egy másik érdekes szempontot, ami szintén EU-tagságunkból következik. A személyek szabad mozgása egyúttal azt is jelenti, hogy „kinyílt előttünk a nagyvilág”, EU tagságunk megvalósulásával tagjaivá váltunk egy sokkal nagyobb közösségnek. Már nem elégséges csak „magyar viszonylatokban” gondolkodni, hanem európai látókört kell szem előtt tartanunk. Érvényes ez a személyek egymás közötti kapcsolatára is, akár rokon, baráti viszonyról van szó, akár munkatársi kapcsolatokról. Sokkal intenzívebben kell figyelniük a külföldi információkra, nagyobb távlatokban kell gondolkoznunk, többet kellene szerepelniük a nemzetközi fórumokon és közelebbi kapcsolatokat kiépíteni az EU tagországok hasonló szervezeteivel, vagy intézményeivel! Természetesen, ez nem megy máról holnapra. De nem szabad a fejünket a homokba dugni és megvárni, amíg a világ elmegy mellettünk. Mert már így is jelentős lemaradásban vagyunk. Gondolkoznunk kell azon, hogyan tudjuk szervezeti, kamarai tevékenységünket is közelíteni az európai országokéhoz és hogyan tudunk ebből a magunk számára is hasznot kovácsolni!

A mai magyar egészségügy további fejlődését és átalakulását, de a mindennapok munkáját is, csak a benne dolgozók együttes munkájával lehet megvalósítani. Ennek során tevékeny szerep jut az orvosoknak, az ápolóknak, a menedzsmentnek, a gazdasági-pénzügyi személyzetnek, a kisegítő személyeknek, de ne felejtkezzünk meg a műszaki szakemberekről, a mérnökökről sem. Csak azt a futurisztikus lehetőséget képzeljük el, hogy mi történne akkor, ha az egyik napról a



másikra az összes műszaki szakember eltűnne a kórházakból, a magyar egészségügyből.

Erre a következő válasz érkezett:

„Az első nap mindenki örülne, hogy kevesebb ember dolgozik a kórházban, (részben) sikerült megoldani (az éppen aktuális) létszám leépítési gondokat, nem jelentkeznének a műszakiak az örökös anyagi, beszerzési igényeikkel, karbantartási problémáikkal stb.

A második nap már jelentkeznének az üzemeltetési gondok: ez a berendezés nem működik, az az eszköz nem úgy működik, ahogy kellene stb. Ezt a jelenlévő orvosok, (még meglévő) egészségügyi alkalmazottak igyekeznének úgy-ahogy (ahogy tudják!) megoldani. De akkor ki foglalkozik a betegekkel?

Aztán a harmadik napon összeomlik a műszaki ellátás rendszere a kórházban: nem lesz fűtés, akadozik az anyagellátás, meghibásodás esetén nem lehet üzembe helyezni az (életmentő) orvostechnikai eszközöket stb. Ennek következtében a betegeket haza kell küldeni, tehát csorbát szenved az egészségügyi ellátás is. Arra már nem is mernénk gondolni, hogy ennek következtében esetleg emberéletek is veszélybe kerülhetnének!”

Ez a megoldás? Végiggondolta már ezt valaki, Felelős Irányító? Mi, orvostechnikai szakemberek, klinikai és kórházi mérnökök azt valljuk és mondjuk, hogy mi a hivatásunkat, a tudásunkat az egészségügy szolgálatába állítottuk, nekünk kiszolgálni kell az egészségügyet. De diplománk, szakképzettségünk a maga nemében ugyanannyit ér, mint bárki másé az egészségügyben, azaz egyenrangú partnerei vagyunk orvosnak, ápolónak, bárkinek, aki az egészségügyben dolgozik, mi is ugyanazt akarjuk, amit ők: a gyógyítási tevékenység sikerességét!

## 6. Az orvostechnikai oktatás kezdeti lépései világszerte (1947–1989)

Amint egy tudományterületen megfelelő mértékű új ismeretek halmozódnak fel, azonnal felmerül az igény arra is, hogy ezeket az ismereteket rendszerezett és szakmailag, valamint didaktikailag is feldolgozott formában adják tovább. Egyik célja ennek, hogy ezáltal is elősegítsék ennek a tudománynak a fejlődését; a másik pedig az, hogy megfelelően szakképzett, a tudományterületet jól ismerő és ahhoz szakszerűen értő személyzet foglalkozzon az itt felmerülő problémákkal. Ezt a tényt azért is kell kihangsúlyoznunk, mivel az orvostechnika, mint interdiszciplináris (vagy multidiszciplináris) szakterület keletkezett és fejlődik tovább, ezért művelői egyaránt kikerülhetnek mind az orvostudományok (avagy az élettudományok), mind a mérnöki (vagy fizikusi, illetve vegyész) szakterületek szakemberei közül. Fennáll az a veszély, hogy amennyiben csak egy-egy, éppen aktuális problémával, vagy részterülettel foglalkoznak a nem erre a területre képzett személyek, még ha autodidakta módon meg is szerzik az adott tématerülethez szükséges speciális tudást, akkor is ismereteik esetleg hiányosak, sőt félrevezetőek is lehetnek és cselekedeteik is inkább csak próbálkozásszerűek, mint tudatosak, sőt – éppen az orvostechnika területén ez nagyon fontos! – a páciensre, vagy a kezelő személyzetre nézve veszélyesek is lehetnek. Éppen ezért állapított meg az Európai Unió szigorú minőségi és életvédelmi előírásokat az orvostechnikai eszközök gyártására, forgalmazására és alkalmazására nézve.

Az orvostechnika tudománnyá válásával egyidejűleg kezdődött el az orvostechnikai oktatás, szakemberképzés is, elsősorban az Amerikai Egyesült Államokban (USA), majd Kanadában. A képzés nagyon változatos formákat mutat, de megfigyelhető az a tendencia, hogy már kezdetben is a posztgraduális forma volt a leggyakoribb. Vagyis már végzett és diplomával rendelkező orvosok, vagy biofizikusok kezdtek orvostechnikai kutatási témákkal foglalkozni és ebből alakult ki az a szükségesség, hogy minél szélesebb körű ismeretanyagból, ezúttal már a műszaki tudományok egyik területéről szerezzenek újabb „akadémiai fokozatot” (vagy a mi értelmezésünk szerint „másoddiplomát”), ami azután alapfeltétele volt a doktori fokozat (PhD.) megszerzésének is. Hasonló jelenség, bár csekélyebb mértékben, megfigyelhető volt a végzett, diplomás mérnökök esetében is, akik az orvostudományok egyik-másik részterületén igyekeztek ismereteiket elmélyíteni.

Amikor pedig már az orvosi műszerek, készülékek, eszközök (mai szóhasználat: orvostechnikai eszközök) olyan mértékben elterjedtek a gyógyászatban, hogy fejlesztésükhöz, gyártásukhoz és szervizelésükhöz, de szakszerű használatukhoz is speciális szakismertekkel rendelkező mérnökök kellenek, a hagyományos mérnökképző felsőfokú intézményekben, egyetemeken, főiskolákon is elkezdődött az orvostechnikai ismeretek tanítása. Többnyire a villamosmérnöki, vagy gépészmérnöki karokon (fakultásokon) belül egy szűkebb

szakterület, vagy ágazat részeként indult meg a képzés, majd az igényeknek és a lehetőségeknek megfelelően fokozatosan bővült az oktatók speciálisan orvostechnikai tantárgyak köre, míg végül a képzés relatív önállóságra tett szert. Azonban még ebben az időszakban is csak az általánosabb értelemben vett villamosmérnöki, vagy gépészmérnöki végzettséget lehetett elérni, esetlegesen megjelölve az orvostechnikai szakirányt is.

A szakirodalom tanúsága szerint<sup>13</sup> a legelső rendszeres képzés az Egyesült Államokban a Drexel Institute of Technology-ban, Philadelphiában indult meg 1959-ben. Ezután rendkívül gyorsan elterjedt ez a képzési rendszer és az Egyesült Államokban (USA) 1968-ban már 47 egyetem, majd 1975-ben már 71 egyetem jelezte, hogy van „biomedical engineerig” programja, további 35 pedig hogy van ilyen major, vagy minor programja.<sup>14</sup> – Kanadában ugyanebben az időszakban 18 egyetemen volt orvostechnikai oktatás, míg egy 1988-as közlemény szerint már 27 felsőfokú intézmény ajánlott 75 különböző képzési programot<sup>15</sup>.

Európában a legelső kezdeményezésnek a Varsói Műszaki Egyetemen (Lengyelország) 1947-ben megindult oktatást tekinthetjük. Kezdetben főleg röntgentechnikával, orvosi izotóptechnikával, orvosi elektronikával foglalkoztak, később a finommechanika és a gyártástechnológia alkalmazása az orvosi készülékek tervezése, gyártása során is sorra került. – A rendszeres orvostechnikai képzés 1966-ban indult meg a 10 féléves mérnökképzés keretein belül. A hallgatók a 3. évben, a 7. szemesztertől kezdve 2 és fél éven keresztül kb. 1200 elméleti és gyakorlati órában foglalkoztak orvostechnikával és végül is MSc. fokozatot (okleveles mérnöki diplomát) kaptak „biokibernetika és orvostechnika” szak megjelölésével. – Ugyancsak Lengyelországban 1969-ben a Gliwicei Műszaki Főiskolán indult orvostechnikai képzés főiskolai szinten 8 féléven keresztül. A teljes tanulmányi időből kb. 10 % jutott az orvostechnikai témákra. Később ez a képzés is egyetemi szintűvé vált és a Gliwicei Sziléziai Műszaki Egyetem [Silesian Technical University in Gliwice] is MSc fokozatú villamosmérnöki oklevelet ad ki.

Az egyik legrégebbi és általánosan elismert orvostechnikai képzés színhelye a németországi, (volt NDK területén lévő) Ilmenau-i Technische Hochschule (ma már Technische Universität)<sup>16</sup>. Itt már 1953-ban megkezdődött az orvostechnikai ismeretek rendszeres oktatása és 1968-tól kezdve már külön szakon („Fachbereich”) folyt a képzés. Kezdetben itt is főleg a röntgendiagnosztika, radiológia, sugárzásmérés, és az orvosi elektronikus diagnosztikai és terápiás készülékek oktatása voltak a súlyponti tantárgyak, majd a biológiai jelek számítógépes feldolgozása és a bionika került előtérbe.

---

<sup>13</sup> Lásd: [20.], [22.], és [25.] irodalom

<sup>14</sup> Lásd: [25.] irodalom

<sup>15</sup> Lásd: [31.] irodalom

<sup>16</sup> Lásd: [12.] irodalom

Az 1972-es adatok szerint a képzés 4,5 évig tartott (csak ezen a szakon, a többin elegendő volt a 4 év!) összesen 3750 óra terjedelemben. Az orvostechnikai képzés alapjait képező főbb témacsoportok óraszámjai:

- a) Biológiai alapismeretek (fiziológia (élettan), biofizika, biokémia): 120 óra
- b) Radiológia és sugárzás mérés technika: 140 óra
- c) Orvostechnikai és labor technikai műszerek, valamint adatfeldolgozás az orvostechnikában: 140 óra
- d) Bionika és biokibernetika: 200 óra.

Ezen kívül a hallgatók 17 hetes üzemi (kórházi) gyakorlaton vettek részt és 16 hetes diplomatervezési gyakorlatuk volt. Különösen figyelemre méltó, hogy már külön tantárgyak foglalkoztak az orvosbiológiai alapismeretek oktatásával (120 órában)!

Az ilmenai képzést azért is jelentősnek értékelhetjük, mert az 1960-as évek végén, 1970-es évek elején évente 2-3 fő magyar diák is végzett itt és így ők tekinthetők Magyarországon az első „orvostechnikai mérnököknek”.

Ebben az időszakban az Ilmenai Főiskola Orvostechnikai Szakának intézetvezető professzora Dr.-Ing. Ebenhardt Forth (1934–1983) professzor volt, aki professzortársával, Dr.-Ing. E. Schewitzer professzorral együtt sokat tett az itteni magyar diákok érdekében és támogatta a magyarországi orvostechnikai oktatás/képzés megindítását is.

De meg kell még említenünk, hogy az egykori Német Demokratikus Köztársaságban (NDK-ban) 1974-ben a Drezdai Mérnökképző Főiskolán (Ingenieurhochschule Dresden, röviden: IHS Dresden) is létrehoztak egy szakirányú képzést az orvostechnikai eszközök területére (lásd: [18.] és [22.] irodalom). Ez a képzés az alapozó képzés (matematika és természettudományok, valamint a műszaki alapismeretek) után, az információ-elektronika szakon belül történt, a hallgatók a szakjellegű tantárgyakat együtt hallgatták, ezek aránya kb. 42 % volt, majd a speciális orvostechnikai eszköz ismereteket kapták meg külön kb. 8 %-nyi időben. Ehhez hozzátartozott még az egy szemeszteren keresztüli üzemi gyakorlat, ahol a Főiskola oktatóinak felügyelete alatt gyárakban és/vagy kórházakban ismerkedtek meg a hallgatók az orvostechnikai eszközök gyártásával és alkalmazásával. Ha ennek a fél éves üzemi gyakorlatnak az idejét és a diplomamunka időszakát is figyelembe vesszük, akkor a teljes képzési időnek kb. 30 %-ban foglalkoztak a hallgatók az orvostechnikai eszközök témájával. A teljes képzési idő 4 év volt, a hallgatók MSc fokozatot, azaz okleveles mérnöki diplomát kaptak. – A drezdai mérnökképző főiskola 1990 után beolvadt a Drezdai Műszaki Egyetembe és ezután ott folytatódott az orvostechnikai jellegű oktatás.

Jelentős kezdeményezés volt az (akkori) Csehszlovákiában, a Brno-i Műszaki Egyetemen (VUT Brno) megkezdődött orvostechnikai oktatás. Ennek előzményei még 1961-re visszanyúlhatnak, amikor először foglalkoztak orvosi elektronika oktatásával ezen az egyetemen. 1967-ben MSc szintű mérnökképzés kezdődött az

„orvosi elektronika” szakágazaton belül. Ennek során az alapképzés más szakokkal együtt történt, de a 9. és 10. félévben már csak orvostechikail jellegű tantárgyakat kaptak a hallgatók, így a teljes képzési idő kb. 20 %-át fordították a szakirányú oktatásra. Az orvostechika oktatásának fontosságát azzal is hangsúlyozták, hogy külön tanszék foglalkozott ezen témák oktatásával és a tudományos kutatómunka koordinálásával. A tanszék szoros együttműködést épített ki az ottani Orvostudományi Egyetem tanszékeivel és klinikáival is. Ezen kívül jelentős szerepet vállaltak a posztgraduális továbbképzésben és a különböző orvostechikail témájú szimpóziumok és továbbképző rendezvények szervezésében.

Az egykori Német Szövetségi Köztársaságban (NSZK) az 1960-as évek végén mutatkozott igény olyan szakemberek iránt, akik az egészségügyi gyakorlatban felmerülő speciális műszaki problémákat továbbítani tudják a fejlesztésben dolgozó mérnökök számára, illetve képesek üzemeltetni és karbantartani, szervizelni az orvostechikail eszközöket az egészségügyi intézményekben, azaz a kórházakban. A kezdeti előadássorozatok, tanfolyamok alapján úgy döntöttek, hogy ezen a területen is rendszeres képzést kell indítani (lásd: [11./ irodalom). Az első ilyen jellegű oktatás 1970-ben a Hamburg-Bergedorfi mérnöki iskolában (Ingenieurschule, az egykori magyar technikumok fogalmának felel meg, később már Fachhochschule, azaz Szakfőiskola lett) indult meg. Itt a 6 féléves tanulmányok alatt 45 %-ban műszaki ismereteket, 26 %-ban biológiai-orvosi ismereteket és 29 %-ban speciális orvostechikail ismereteket oktattak. A végzett hallgatók BSc fokozatú oklevelet kaptak.

1970-ben a Nyugat-Berlini Műszaki Egyetemen is indítottak orvostechikail képzést. 4 féléves alapképzés után a szokásos módon gépészeti, vagy elektrotechnikail alapidiplomát lehetett szerezni, majd az erre épülő 6 féléves szakképzés során alapvető mérnöki ismereteket (például híradástechnikát, nagyfrekvenciás technikát, mérés- és szabályozástechnikát, adatfeldolgozást stb), orvosbiológiai alapismereteket, és orvostechikail szakismereteket oktattak. Érdekes volt megfigyelni, hogy bizonyos számú kötelező előadáson kívül nagyon sok választható előadássorozatot indítottak a különböző témacsoportokban. 1973-tól változtattak ezen a tanterven, szélesítették az orvostechikail tantárgyak keretét és teljes egészében még egy előzetes alapképzés során megszerzett BSc fokozatú diplomára építették fel az orvostechikail szakképzést. Mindezek a képzések azonban alapvetően villamosmérnöki, vagy gépészmérnöki diplomát adtak.

Rendkívül nagyjelentőségű eseményt jelentett, amikor 1971-ben a Giesseni Szakfőiskolán [Fachhochschule Giessen-Friedberg] olyan képzés indult meg, amelyik már végezetül „orvostechikail” megjelölésű diplomát adott a végzetteknek. Ez a képzési rendszer, mint a „Giesseni modell” terjedt el Európában. Ezen a Szakfőiskolán ekkor hozták létre az úgynevezett „Műszaki Egészségügyi Szakterületi” (Fachbereich Technisches Gesundheitswesen)

képzést<sup>17</sup>. Kezdetben az első 4 félév során mérnöki ismereteket és egy kevés orvostechikai alapismeretet oktattak, majd az 5. és 6. félévben három szakirányba vált szét a képzés, és pedig

- az orvostechikai mérnöki (Medizintechnik),
- a kórházüzemeltető mérnöki (Krankenhausbetriebstechnik),
- a környezetvédelmi és kórházhigiéniai mérnöki (Umwelt- und Hygienetechnik) szakirányokra.

Mindegyik szakirányon tanították a tantervben szereplő mindegyik tantárgyat, de ezek csupán súlyozásban (az óraszámokban és a tematikákban) különböztek egymástól.

Ugyancsak az 1970-es években az (akkori) NSZK még sok egyetemén és főiskoláján indítottak orvostechikai képzést, mint például a Karlsruhe-i, a Stuttgart-i, a München-i és az Erlangen-Nürnberg-i Műszaki Egyetemeken, az Aacheni Műszaki Főiskolán, a Hannover-i Orvosi Főiskolán és még sok más felsőfokú intézményben. Ezekről a későbbiekben még említést teszünk a 8. fejezetben.

Nagy-Britanniában már az 1960-as évek óta van orvostechikai képzés. A glasgow-i egyetem [University of Strathclyde] 1963-at jelöli meg az orvostechikai oktatás megkezdésének. Ez posztgraduális képzés volt, melynek végén doktori (PhD) fokozatot is lehetett szerezni. 1965-ben kezdődött meg az MSc képzés. Kezdetben elsősorban a gépészeti ismeretek orvostechikai vonatkozásaival foglalkoztak, így a biomechanikával, a keringési rendszer mechanikai, termodinamikai szimulációjával, valamint a protézisek (szervpótlók) konstrukciójával, természetesen az alapvető jellegű orvosbiológiai mérés technika és az orvosi készüléktan mellett. – Ugyanakkor a londoni egyetem egyes intézményeiben (Birkbeck College és az Imperial College) 1965 óta első sorban az elektronikus orvosi készülékek, valamint a számítógépes jelfeldolgozás és szimuláció a fő irányvonal. Mindkét helyen először posztgraduális képzés kezdődött, majd két év múlva indult meg az MSc fokozatú, azaz az okleveles mérnökképzés. A résztvevők számára követelmény volt a mérnöki alapozású BSc fokozat megléte. A képzés során egy éven keresztül kb. heti 15 órában történt a speciális orvostechikai jellegű ismeretek oktatása, ami a nappali képzésben egy évet, míg rész képzésben (a mi értelmezésünk szerint esti, vagy levelező képzésben) két évet vett igénybe.

Az 1970-es évekre az orvostechikai készülékgyártás rohamos fejlődése és ezek felhasználása az egészségügyben ahhoz az igényhez vezetett, hogy minél több speciális orvostechikai ismeretekkel rendelkező mérnököt alkalmazzanak mind a vállalatoknál, mind a kórházakban. Ugyanakkor követelmény volt, hogy ezek a szakemberek elsősorban gyakorlati ismeretekkel rendelkezzenek és a tervezés, a

---

<sup>17</sup> Lásd: [6.] és [7.] irodalom

gyártásellenőrzés, illetve a mindennapi üzemeltetés, szervizelés feladatait lássák el. Ezért vezették be az úgynevezett első fokozatú, vagyis BSc szintű képzést is, amelyik akkortájt Magyarországon a főiskolai szintű mérnökképzésnek felelt meg.

Az Egyesült Királyságban három helyen indult meg ilyen képzés ebben az évtizedben. Először a Salford Egyetemen kezdődött meg ez az oktatási forma 1972-ben, majd a Lanchester Műszaki Főiskolán, Coventryben [Lanchester Politechnic in Coventry] 1977-ben, illetve a Sussex Egyetemen Brightonban (University of Sussex Brighton) 1978-ban. Ez utóbbi helyen az oktatás 3 évig tartott, alapját az elektronika képezte és a teljes oktatási időnek kb. 20 %-ban foglalkoztak orvostechnikai tantárgyakkal. Mégpedig olyan megosztásban, hogy az első évben csak 15 %-ot tett ki az anatómia és fiziológia (élettan) oktatása, míg a 3. évben már 25 %-át tették ki a többi orvostechnikai jellegű tantárgyak: a Fiziológiai mérések és az Elektronika és a Számítástechnika alkalmazása az orvostudományban címmel (lásd: [20.] irodalom).

A Coventryben működő Lanchester Műszaki Főiskolán a képzési idő: 4 év volt. Az oktatás alapját itt is az elektrotechnikai és elektronikai mérnöki ismeretek képezték. A képzésben nagyon fontos szerepet kapott a kórházakban, illetve az orvostechnikai eszközöket gyártó cégeknél töltött gyakorlat. Ehhez igazodtak az oktatási szakaszok is. Ez volt az úgynevezett „szendvics-rendszerű” oktatás. Az első évben 28 héten keresztül a szakmai alaptantárgyakat: matematikát, fizikát, villamos hálózatokat, elektronikát stb tanítottak, speciális tantárgyként pedig az anatómia és a fiziológia alapjait. Ezt az időszakot kiegészítette 4-4 hét vizsgaidőszak is, így az első tanítási év április végére fejeződött be. Ezután 30 hét (!) gyakorlati idő jött a 2. év májusától december végéig. Ezért a 2. oktatási év – a hagyományostól eltérően – januártól decemberig tartott a nyári vakációval együtt. Ebben az oktatási periódusban tovább folytatódott az elektronikus áramkörök oktatása, de már megkezdődött az orvostechnikai készülékek oktatása is. Ezután az oktatást ismét megszakították és újabb 38 hetes gyakorlat következett. Ezek a gyakorlati periódusok a Főiskola tematikájának megfelelően és annak ellenőrzése alatt zajlottak le. Végül egy 3. teljes tanulmányi évvel fejezték be a hallgatók tanulmányaikat. A hallgatók tanulmányaik befejeztével BSc szintű (azaz főiskolai) mérnöki fokozatot kaptak<sup>18</sup>.

1976-ban indult meg az orvostechnikai képzés Finnországban is, a Tamperei Műszaki Egyetemen [Tampere University of Technology]. A képzés 5 évig tartott és MSc fokozatú villamosmérnöki oklevéllel végződött. Az első két évben a természettudományos alapismereteket és az alapvető mérnöki ismereteket (elektrotechnikát, elektronikát, számítástechnikát stb) oktattak. A 3. évben a hallgatók választhattak maguknak egy fő profilt és emellett tanultak még további villamosmérnöki ismereteket: mérés technikát, alkalmazott elektronikát, automatikát stb. Az orvostechnikai profil fő tantárgyai a következők voltak:

---

<sup>18</sup> Lásd: [19.] irodalom

fiziológiai (élettani) és klinikai ismeretek, diagnosztikai és terápiás eljárások, orvosi fizika (sugárzások fizikája és ezek hatásai). Az elméleti előadásokat laboratóriumi mérési gyakorlatok egészítették ki. Eddig a képzésnek elsősorban a gyakorlati jellege dominált, vagyis a 3. év végére a hallgatók a BSc fokozatot érték el. Ezután a 4. évben főleg elméleti problémákkal foglalkoztak, úgymint fiziológiai rendszerek elméletével és szimulációjával, bioelektronikával, biológiai jelfeldolgozással stb. Az 5. évben készítették el a diplomamunkájukat. Heti átlagban 12 óra jutott az orvostechnikai tantárgyakra, ez összességében a teljes oktatási idő alatt kb. 25 %-ot tett ki. Az egyetemen komoly mértékben foglalkoztak orvostechnikai kutatási témákkal is.

A felsoroltakon kívül számos már országban is megkezdődött az orvostechnikai ismeretek oktatása az 1970-es években.

Ilyen képzés indult 1973-ban Ausztriában, a Grazi Műszaki Egyetemen [Technische Universität Graz], Svájcban pedig B. Sc.szinten a Neue Technikum Buchs-ban.

Franciaországban is 1973-tól kezdve indult meg az orvostechnikai ismeretek oktatása a Compiègne-i Műszaki Egyetemen [Université de Technologie de Compiègne] és a Párizsi Egyetemen [Université Paris Val-de-Marne in Créteil]

Olaszországban három helyen kezdődött orvostechnikai oktatás a villamosmérnöki képzés keretében. 1972-ben a Bolognai Egyetemen [University of Bologna], 1974-ben a Pádai Egyetemen [University of Padua], és 1976-ban a Nápolyi Egyetemen [University of Naples].

Hollandiában két egyetemen, a Delfti Műszaki Egyetemen [Delft University of Technology] és az Eindhoveni Műszaki Egyetemen kezdődött el az orvostechnikai ismeretek oktatása. Eindhovenben egy külön intézmény, az „Orvostechnikai és Egészségügyi Technológiai Központ” [Centre for Biomedical and Health Care Technology] is alakult erre a feladatkörre, amelyek mind kutatási, mind oktatási és továbbképzési feladatokat is elláttak.

Svédországban a Linköpingi Egyetemen [University of Linköping] már 1971-ben megkezdtek az orvostechnika oktatását. Figyelemre méltó, hogy itt már eleve az egyetemi kórház orvostechnikai és klinikai mérnöki osztálya látta el egyúttal az oktatási feladatokat is. Ennek az osztálynak volt vezetője P. A. Öberg professzor, aki egyúttal az IFMBE [az Orvostechnikai Egyesületek Nemzetközi Föderációja] vezetőségi tagja is volt és nagy szerepet játszott a Clinical Engineering Divízió megalakításában.

A volt Szovjetunió területén, Leningrádban (ma: Szentpétervár) volt orvostechnikai jellegű képzés már az 1970-es években a Leningrádi Elektrotechnikai Intézet elektrofizikai szakán. Itt hallgatókat képeztek ki az orvosi elektronika, az orvosi elektronikus műszerek és a környezetvédelem területére. A szakképzés mintegy 25 %-a tartalmazta az orvostechnikai elektronikus műszerek speciális problémáit és mintegy 10 %-a a biokémiai és orvosi alapokat.



A felsorolt példák az orvostechnikai oktatás és képzés megkezdésének jelentős helyeit említették meg. Az orvostechnika egyre gyorsuló fejlődése (gondoljunk csak az 1975-ben bemutatott computed tomográfra (CT-re) és az ultrahangtechnika bővülő alkalmazására, az orvosi labortechnika automatizálásának kezdeteire stb) egyre inkább szükségsszerűvé tette, hogy minél több országban, minél több helyen elkezdődhessen ennek oktatása és ennek megfelelően a szakterületre szakképzett mérnökök képzése. Ennek bemutatása a 20. század utolsó évtizedében lesz témája a 8. és 9. fejezetnek.

## 7. Az orvostechnikai oktatás kezdete Magyarországon (1961–1990)

### 7.1. Orvostechnikai ismeretek oktatása a Budapesti Műszaki Egyetemen

Az első előadássorozatot az orvosi elektronikus műszerekről 1961-ben a Budapesti Műszaki Egyetem Mérnök Továbbképző Intézetében tartották. Ennek kezdeményezésében és lebonyolításában tevékeny szerepet töltött be dr. Katona Zoltán (1930–1995) gépészmérnök, akit Magyarországon az orvostechnika művelői között az egyik legjelentősebb személynek tekinthetünk, mint erre számos nemzetközi elismerése is utalt. Ő tartotta az előadásokat, sőt még egy vékonyka kis jegyzetet is írt ezekről. Ez a Mérnök Továbbképzős jegyzet tekinthető talán Magyarországon az első orvostechnikai szakirodalomnak.

1966-ban a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki és Informatikai karának Műszer- és Méréstechnika Tanszékén indítottak fakultatív előadássorozatot Orvosi elektronika néven a Villamosmérnöki Kar hallgatói számára. Ennek továbbfejlesztése révén 1976-ban első ízben indult posztgraduális szakmérnök képzés, és a végzett hallgatók „orvosbiológiai méréstechnikai szakmérnöki” címet nyerhettek el. A képzésre már végzett, azaz diplomás mérnökök jelentkeztek. A képzési idő 2 év alatt heti 12 órában, összesen 720 óra volt, az 5. félév a diplomaterv elkészítése volt. A képzés kialakítása és irányítása dr. Telkes Béla (1935–1989) villamosmérnök, egyetemi docens nevéhez fűződik.<sup>19</sup>

A szak célkitűzése: olyan szakemberek képzése, akik alkalmasak egyrészt az orvosbiológiai kutatások villamosmérnöki alapképzettséget igénylő méréstechnikai, számítástechnikai és rendszertechnikai feladatainak elvégzésére, *interdiszciplináris kutatócsoportok* munkájába való bekapcsolódásra; másrészt a diagnosztikai és terápiás készülékek, kórháztechnikai és orvoslaboratóriumi berendezések, különösen az intelligens orvostechnikai mérő- és adatfeldolgozó berendezések *kutatási és fejlesztési* feladatainak elvégzésére.

A szakmérnöki képzésben részt vehettek olyan műszaki, vagy természettudományi [TTK] diplomával rendelkező szakemberek, akik legalább 10 éven belül szerezték meg oklevelüket. Régebbi oklevél, vagy nem villamosmérnöki alapképzettség esetén az Egyetem különbözeti vizsgák letételét írta elő. Esetlegesen főiskolai végzettségűek is részt vehettek a szakmérnöki képzésben, de csak végbizonyítványt kaphattak.

---

<sup>19</sup> Lásd: [105.] irodalom

A képzés ideje: 5 félév volt. Az első négy félévben 15 héten át heti egy nap elfoglaltságot jelentett, míg az 5. félév a diplomatervezés időszaka volt, kötött elfoglaltság nélkül. A részletes tanterv a 7. ábrán látható

7. ábra: a Budapesti Műszaki Egyetem orvosbiológiai mérés technikai szakmérnöki képzésének óraterve

		Félévek: heti				
		óraszám		(vizsga)	(aláírás)	(gyakorlat)
	Tárgyak:	1.	2.	3.	4.	Összesen:
1.	Matematika	3 (v)				45 óra
2.	Fiziológiai alapismeretek	4 (v)				60 óra
3.	Számítástechnika	3 (v)	3(v)			90 óra
4.	Elektronikus áramkörök	2 (v)	4 (v)			90 óra
5.	Méréselmélet		3 (v)	3 (v)		90 óra
6.	Mérőrendszerek			3 (v)	3 (v)	90 óra
7.	Orvostechika		2 (v)	4 (v)	4 (v)	150 óra
8.	Szimuláció				2 (v)	30 óra
9.	Önálló munka			2 (a)	3 (g)	75 óra
	Összesen:					720 óra

Mindezen kívül az 1970-es évek közepe óta a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karán nemcsak a Műszer- és Mérés technikai Tanszéken oktattak orvostechikai ismereteket. A Folyamatszabályozási Tanszéken és az Automatizálási Tanszéken is oktattak orvosbiológiai jellegű tantárgyakat.<sup>20</sup> Később a Kar felkínált a villamosmérnök képzésben egy Orvosbiológia modult, amelynek keretében négy tantárgyat (az egyik tantárgyat, az Élettani ismereteket a Semmelweis Orvostudományi Egyetem munkatársa oktatta) és egy labort teljesítettek a hallgatók. A modul népszerű volt, minden tanévben elindult.<sup>21</sup>

<sup>20</sup> Ma ezen tanszékek neve: Mérés technika és Információs Rendszerek, Irányítástechnika és Informatika, Automatizálási és Alkalmazott Informatikai.

<sup>21</sup> Ezek a kiegészítések dr. Jobbágy Ákos egyetemi tanár írásbeli közlése alapján.)

## **7.2. Orvostechnikai ismeretek nappali tagozatos, ágazati szintű oktatása a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskolán**

Az orvostechnikai ismeretek (korábban: orvosi műszerek és eszközök) oktatásának már hagyományai vannak Magyarországon. Rendkívüli érdekességként említjük meg, hogy Magyarországon már 1933-ban (!), a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola (ma Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kara) jogelődjének tekintett technikum, illetve még korábban az úgynevezett „Magyar Királyi Állami Mechanikai és Elektromosipari Szakiskola” tantervében szerepelt a „Villamos gyógyászati készülékek” elnevezésű tantárgy.<sup>22</sup> Ezt az 5. évben tanították az alapképzés folytatásaként és célja mesterek, technikusok, művezetők, vagyis műszaki középvezetők képzése volt. Szerintünk ez világviszonylatban is egyedülálló.

Az első tanrendszerű és rendszeres orvostechnikai oktatás Magyarországon 1969-ben kezdődött a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskolán. Ez a Műszer- és Automatika Szak keretében indult meg ágazati szinten, tehát nem adott ki orvostechnikai megnevezésű oklevelet, csak villamosmérnöki minősítést. A főiskola jellegéből adódóan kezdetben csak az elektronikus orvostechnikai készülékekkel foglalkozott, majd a tematika 1973-tól tovább bővült a nem-villamos orvosi eszközök és a röntgentechnika oktatásával, 1980-ban pedig már kórháztechnikai ismereteket is előadtak. A speciális orvostechnikai ismeretek összességükben a teljes óraszám 12 %-át tették ki.<sup>23</sup>

### **a.) Hogyan is kezdődött meg az orvostechnikai oktatás?**

1968 őszén Czine József (1935–1998), a Műszeripari Tanszék tanszékvezetője felvetette az ötletet, hogy kellene egy új szakterületet keresni az oktatásra és erre az orvosi elektronikus műszereket ajánlotta. Ezt már II. év 2. félévében el lehetett kezdeni szakágazati jelleggel. Ezzel a feladattal Forgács Lajos docenst bízta meg, aki korábban már eredményesen oktatta a mérés- és elektronikus áramkörök tantárgyakat, tehát célszerűnek kínálkozott, hogy a műszeres lehetőségek közül ezzel a témával foglalkozzon. A továbbiakban is az orvostechnikai oktatás kialakítása, a tematikák meghatározása és a képzés irányítása az ő feladata volt, amit sikeresen végzett a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskolán otthléte alatt.

Így tehát az 1969/70-es tanév 1. félévében megkezdődött a szakágazati oktatás előkészítése, majd a 2. félévében (1970 februárjában) már az oktatás is. A legelső

---

<sup>22</sup> Lásd [17.] irodalom

<sup>23</sup> Lásd: [105.] irodalom

félév csak 2 óra elméleti előadás volt heti 2 órában, ezt dr. Katona Zoltán tartotta, aki elkezdte az orvosi elektronikus műszerek ismertetését.

Felmerült az igény mérési gyakorlatok megszervezésére is. Ehhez viszont eszközök, műszerek kellettek. Elsőnek az EMG-től (Elektronikus Mérőműszerek Gyára) szereztünk be egy Biokomb nevű poligráfot, ami asztal nagyságú, de mozgatható kivitelű készülék volt, EKG-t, pulzust, légzésszámot és invazív vérnyomást lehetett vele mérni (Ez utóbbit természetesen a laboratóriumi gyakorlatokon nem vizsgáltunk, de modelleztük!) Kórházakból is sikerült szerezni néhány, már leselejtezett készüléket (például nagyfrekvenciás vágókészüléket lábpedállal), de ezeket inkább csak bemutató jelleggel alkalmaztuk. Néhány évvel később, a Siemenstől is kaptunk néhány bemutató eszközt (főleg monitorokat), amiket a mérési gyakorlatok során lehetett alkalmazni.

Az 1970/71. tanév 1. félévében már a hallgatóknak is volt laboratóriumi gyakorlata, heti 3 órában; majd ez az óraterv folytatódott a 2. félévben is. Így tehát az első időszakban (1969–1973 között) 90 óra előadás és 90 óra laboratóriumi gyakorlat, azaz összesen 180 óra volt orvostechinikai témájú foglalkozás.

Igyekeztünk kórházlátogatást is megszervezni, de egyhamar rájöttünk, hogy nagy csoportban (14–18 fő) ez nem nagyon megy, a kórházak nem vették szívesen a nagyobb csoportokat.

1971 júniusában végzett az első orvosi műszer szakágazatos csoport: 17 fő. Szakdolgozatuk már szakmába vágó volt, ehhez témákat és konzulenseket is elsősorban az iparból, főleg a Medicorból választottunk. Az államvizsgára bizottsági elnöknek Dr. Martos Istvánt (1925–2001), a Medicor Művek vezérigazgatóját hívtuk meg, aki nemcsak akkor, hanem később, sok éven keresztül is mindig szívesen eljött a Kandóba és aktívan részt is vett a vizsgákon.

Már az első évfolyam esetében kiderült, hogy célszerű lenne a szakágazati képzést a biológiai-élettani ismeretekkel elkezdni. Ezért ezt a tantárgyat fakultatív jelleggel ajánlottuk a hallgatóknak. Ehhez viszont orvost kellett alkalmazni. Az első orvos előadónk: dr. Kertai Pál (1927–2016) volt, aki később az országos tiszti főorvos lett, majd Debrecenben egyetemi professzor.

1971 szeptemberétől azután már a Szerző vette át az Orvosi elektronikus műszerek elméleti előadásait is. Ehhez nagy segítségére volt Werner Irnich: Medizinische Elektronik című könyve. Ez jó és korszerű összefoglalása volt mindannak, amit akkor oktatni akartunk.

1971-től kezdve a Medicor megbízásából az úgynevezett KK (Költségvetésen Kívüli) munkák keretében a Kandó Főiskola oktatói is igyekeztek részt venni új orvostechinikai eszközök fejlesztésében is. Az első ilyen munka a csecsemő inkubátorok fejlesztése téma volt. Ennek során közvetlen kapcsolatba kerültek a Baross utcában lévő 1. számú Női Klinikával és ott is dr. Kiszely Jánossal (1928–1991), aki akkortájt adjunktus volt, később lett professzor. Helyszíni

tanulmányok céljából sok időt töltöttek az orvostechnikai témákban illetékes oktatók a klinikán és főleg az esti órákban a Medicoros kollegákkal együtt, amikor ők beüzemelték a Medicor új fejlesztésű műszereit is. Ezek az alkalmak nagyon jó leckék voltak az oktatók számára is a gyakorlati ismeretek elsajátítására és az „orvostechnikai szemléletmód” kialakítására.

Az 1970-es évek elején, a Kandó főiskolává alakulásával elkezdődött a nemzetközi kapcsolatok kiépítése is, természetesen akkoriban még csak az úgynevezett szocialista országok felé. Elég hamar kapcsolat alakult ki a Kandó és az akkori NDK (Kelet-Németország) hasonló jellegű intézményei között. Lehetőség nyílt a minisztérium közvetítésével megpályázható szakmai utazásokra is.

1972 tavaszán tapasztalatcsere látogatáson járt a Kandóban Dr.-Ing. Ebenhardt Forth professzor az Ilmenai Technishe Hochschuléről. Említettük korábban<sup>24</sup>, hogy az Ilmenai Főiskolán már 1953 óta foglalkoztak a röntgentechnika, majd az orvosi műszerek oktatásával, így mindenképpen hasznos volt ez a látogatás. Ehhez még hozzátartozik, hogy akkoriban az orvosi műszerek szakterületen a magyar mérnököket is ott, Ilmenauban képezték ki, évente néhány főt. Így tehát az, hogy a Kandó Főiskolán elkezdtük az orvosi műszer ismeretek rendszeres oktatását, felkeltette a németek figyelmét is.

Forth professzor felajánlotta, hogy az ágazati képzés irányítója tegyen látogatást náluk és ők megismertetnék az ő oktatási rendszerükkel. Ez a meghívás elősegítette, hogy a Szerzőnek pályázat révén az Oktatási Minisztérium három hónapos ösztöndíjas tanulmányutat biztosított 1972. szeptember közepétől december közepéig Ilmenauban. Ott Forth és Schewitzer professzorok megismertették a tanszék munkájával, majd az oktatási dokumentumokkal és kutató tevékenységükkel is. A kutatás terén ők sokkal jobb helyzetben voltak, mint mi a Kandóban.

## b.) A szakágazati képzés irányítása.

1972 szeptember 1-től a Műszeripari Tanszék vezetője Gellérthegyi József (1935–2008) lett, aki szintén támogatta az orvostechnikai képzést, megerősítve az eddigi szakvezető tevékenységét. 1973-ban felmerült az igény és a lehetőség a szakágazati képzés kibővítésére. Az eddigi tapasztalatok és az igények alapján új oktatási rendszert dolgoztunk ki, bővítve a témaköröket és így 1973 szeptemberétől már ismertetésre kerültek a röntgentechnika alapjai is, és a nem-villamos jellegű orvosi műszerek, eszközök is gyakorlati (szemináriumi) jelleggel. A II. év 2. félévében fakultatív jelleggel megindult heti 2 órában a Biológiai-fiziológiai alapismeretek oktatása orvos előadóval. Fakultatív jellege ellenére ezen a szakágazat hallgatósága minden esetben teljes létszámban részt vett.

---

<sup>24</sup> 6. fejezetben

Az orvosi elektronikus műszerek tantárgy az óratervből<sup>25</sup>:

- a II. évfolyam 2. félévében 2+0 óra (fakultatív jelleggel),
- a III. évf. 1. félévében 2+3 óra,
- a III. évf. 2. félévben pedig 3+7 óra volt.

Ezzel gyakorlatilag a speciálisan orvostechnikai ismeretekre a teljes képzési idő kb. 8 %-a jutott, de ha figyelembe vesszük, hogy a szakjellegű tantárgyak (elektronikus áramkörök, digitális technika, mérés-technika, számítástechnika, elektronikus műszertechnológia) is alapját képezték az orvostechnikai ismereteknek, akkor a teljes tanulmányi idő közel 1/4-ben már orvostechnikai jellegű képzésről beszélhetünk. Azért nem lehet ezt egyértelműen orvostechnikai képzésnek nevezni, mert ilyen megnevezésű oklevelet sem akkor, sem azóta a Kandó Főiskolán és jogutódjaiban nem adtak ki.

A röntgentechnikát kezdetben Czine József oktatta, aki akkor már, mint a Medicor Fejlesztési Intézet igazgatóhelyettese röntgen készülékek fejlesztésével is foglalkozott. A nem-villamos készülékek témakörében közreműködtek külső (ORMI-s) munkatársak is (ORMI: Orvosi Műszerügyi Intézet). Később már a röntgentechnika előadásokat is a Szerző tartotta, majd ezt tőle Halmi Lászlóné, dr. Formanek Mária vette át, aki 1977-ben került a Kandóba oktatónak és azt a feladatot kapta, hogy segítsen az orvostechnikai oktatásban is.

Érdeességként pár szót szólnánk a Biológiai-fiziológiai ismeretek oktatásáról. 1973-ban a korábbi orvos előadónk már nem vállalta az órák megtartását és új munkatárs felvételéhez az akkori főigazgató (dr. Szilágyi Miklós) segítségét kértük. Ő ajánlotta azt, hogy az ő fizikai kutatócsoportjában van egy fiatal orvos, aki nagyon érdeklődik a fizika iránt is, ő majd megtartja az órákat. Az új előadó dr. Jólesz Ferenc volt, akivel három évig együtt dolgoztunk. Dr. Jólesz Ferenc (1946–2014) a későbbi években az Amerikai Egyesült Államokba távozott és az 1990-es években már a Harvard Egyetem professzora volt, valamint a bostoni Brigham and Woman Hospital igazgatója és világhírnevet szerzett az MRI alkalmazásával az agyműtétek során.

A következő orvos előadó az akkori Orvostovábbképző Intézetben dolgozó dr. Vittyay Pál (1929–2016) professzor lett, aki emellett diplomás villamosmérnök is volt. Élvezetes előadásokat tartott, a Kandós diákoknak is tetszett, mert nemcsak elmondta a lényegét, hanem igyekezett a „mérnöki gondolkodásmódot” követve, megmagyarázni az összefüggéseket, megkeresni az ok-okozat logikát az egyes jelenségek között és sok gyakorlati példával is szolgált. S ő tudta, hogy hol lehet megtalálni az élettani problémák között is a műszaki megvalósítás lehetőségeit.

---

<sup>25</sup> Az első szám az elméleti órák: előadások számát jelenti, a második szám pedig a gyakorlati: óraszám. Ezek egy része voltak a laboratóriumi mérések.

Az 1970-es években egyértelmű elismerést aratott az orvostechnikai ágazati képzés, a hallgatók is szívesen jelentkeztek rá, mindig megvolt az évfolyamonkénti 17–22 fő. 1972/73-ban még vietnami diákok is voltak. Oktatónak 1977-ben csatlakozott Prohászka János, aki Ilmenauban végzett. Másrészt pedig az volt segítség, hogy azok a kollegák, akik más tantárgyakat tanítottak az orvostechnikai szakágazaton (például: Kohut József Digitális technikát, vagy mások a Számítógépes mérőrendszereket, az elektronikus áramköröket Zsom Gyula stb) gyakorlati példáikat az orvostechnikai eszközök területéről vették. Így tehát kialakult most már egy kis csapat, akik az orvostechnikai oktatást csinálták.

### c.) Újabb tananyag korszerűsítés 1979-ben

A bővülő ismeretanyag és a mind szélesebb körű szakmai segítség (Medicorosok, ORMI-sok) arra ösztönzött bennünket, hogy ismét felülvizsgáljuk oktatási rendszerünket. Jó alkalom volt erre, hogy 1978-ban a főiskola megindította az oktatás korszerűsítését, aminek átszervezés is lett a következménye. Ez volt az „intézetesítés”. Ennek során megszűnt a Műszeripari Tanszék és a Folyamatszabályozási Tanszék és a két tanszék egyesítéséből alakult meg a Műszeripari és Automatizálási Intézet 1979-ben. Az intézetben belül az egyes szakágazatoknak megfelelően szakcsoportok alakultak, így jött létre az Orvostechnikai Szakcsoport, amelyik az orvostechnikai szakágazat oktatásán kívül méréstechnikai labor feladatokat is ellátott, ennek a csoportnak vezetője a Szerző lett.

Az intézeti átalakulással egyidejűleg 1980-ban új tanterv is lépett életbe, amelyik az alapképzés időszakát kibővítette 4 félévre, viszont az 5. és 6. félévben, azaz a III. évfolyamon több specialitást engedett meg. Ennek során az orvostechnikai szakágazaton most már 4 kötelezendően tanulandó tantárgy jelent meg:

- az Orvosi elektronikus műszerek az 5. félévben 4+3+2 óraszámmal, a 6. félévben pedig 2+4+1 óraszámmal (az első szám az előadások, a 2. szám a laboratóriumi gyakorlatok, a 3. szám pedig a tantermi gyakorlatok (szemináriumok) számát jelenti.);
- a Röntgentechnika a 6. félévben 2+0+0 óraszámmal,
- vadonatúj tantárgyként belépett a Kórháztechnikai alapismeretek című tantárgy az 5. félévben 3+0+0, a 6. félévben 0+2+0 óraszámmal.
- a Szakdolgozat készítése 0+2+0 óraszámmal.
- Ugyanakkor megmaradt fakultatív tantárgyként a Biológiai-fiziológiai alapismeretek az 5. félévben 2+0+0 óraszámmal.

Így gyakorlatilag az összes órának 12 %-a már speciálisan orvostechnikai témájú lett.

A Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskolán folyó orvostechnikai jellegű oktatás mibenlétéről és problémáiról előadás hangzott el a III.



Orvostechnikai Konferencián, Budapesten 1974 szeptemberében és az ott elmondottak nyomtatásban megjelentek az *Orvos és Technika* című folyóirat (ez az ORMI tudományos folyóirata volt) 1975/3. számában.<sup>26</sup>

Nemzetközi téren az első hivatalos ismertetés erről a képzési formáról 1976 júniusában hangzott el a MEDEX elnevezésű konferencián, Svájcban, melynek címe „Ausbildung im Fachgebiet Biomedizinische Technik” an der TH für Elektroindustrie „Kandó Kálmán” Budapest. (Orvostechnikai képzés a budapesti Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskolán.) volt és nyomtatásban megjelent a német Biomedizinische Technik folyóiratban<sup>27</sup>.

A következő, IV. Budapesti Orvostechnikai Konferencián 1977-ben, az egyik plenáris előadást a Szerző tartotta meg Az orvostechnika terminológiai kérdéseiről címmel. Ennek az előadásnak az írásos változata jelent meg a *Mérés és Automatika* című folyóirat 1977/10. számában (lásd: [16.] irodalom).

A főiskolává válással egyidejűleg kialakultak a nemzetközi együttműködések is, kezdetben csak elsősorban az úgynevezett szocialista országokkal. A Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola több NDK-beli (Kelet-Németországi) főiskolával kötött együttműködési szerződést, többek között a Drezdai Mérnökképző Főiskolával (Ingenieurhochschule Dresden, azaz IHS Dresden) is. Ott is volt orvostechnikai jellegű oktatás. Ezért 1976-ban Budapesten, a Kandó Főiskolán járt az ottani tanszékvezető, Dr.-Ing. Manfred Heissrath professzor és elismeréssel nyilatkozott a magyar orvostechnikai oktatásról, felajánlva a közös kutatást és oktatásfejlesztést. Ezért a két intézmény között az orvostechnikai ismeretek oktatásában is szoros kapcsolat alakult ki 1977-től kezdve, amelynek értelmében a két intézmény oktatói megismerhették egymás orvostechnikai programjait, részt vettek egymás Tudományos Konferenciáin és az együttműködés révén közös cikkek is megjelentek<sup>28</sup>. A két főiskola közötti együttműködés 1988-ig megmaradt.

1982 szeptemberétől az Orvostechnikai Szakcsoport vezetője más megbízatást kapott és mint az ENSZ Iparfejlesztési Szervezetének (UNIDO) szakértője, főállásban a Medicor Orvostechnikai Vállalatnál létesített Nemzetközi Orvostechnikai Továbbképző Központ (Medicor Training Centre) egyik vezetője lett. A Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskolán azonban továbbra is folytatta oktatói tevékenységét és egészen 1995-ig a Kórháztechnikai Alapismeretek tantárgy előadója volt.

---

<sup>26</sup> Lásd [14.] irodalom

<sup>27</sup> Lásd [15.] irodalom

<sup>28</sup> Lásd: [18.], [21.] és [22.] irodalom

### 7.3. Egészségügyi gép-, orvosi műszergyártó és karbantartó technikus minősítő képzés

1973-ban az ORMI (Orvosi Műszerügyi Intézet, akkor még az Alkotás utcában, a Sportkórház területén működött) és a KGM (Kohó- és Gépipari Minisztérium) Oktatási osztálya közreműködésével tanfolyamot szerveztek „egészségügyi gép- és orvosi műszer technikus” minősítő képzésre. A képzés 6 hónapig tartott, összesen 400 órában. A részvétel feltétele: legalább szakközépiskolai, vagy gimnáziumi érettségi végzettség, esetlegesen szakmunkás bizonyítvánnyal együtt. Így tehát ez a középfokú szintnél magasabb, felsőfokú szakképzésnek tekinthető, és „technikus” minősítő bizonyítványt adott ki. Az elméleti foglalkozásokat a József Attila Gépészeti és Finommechanikai Szakközépiskolában (Vendel utca) bonyolították le, de a gyakorlati foglalkozások nagy részének megszervezésére a Kandó Kálmán Villamosipari Főiskolát, annak orvosi műszer laboratóriumát kérték fel. A gyakorlati foglalkozásokhoz részben a Főiskola orvostechikai eszközeit használták fel, de a Medicor Művekből, a szervizések is hoztak eszközöket, amelyek aztán ott maradtak a Kandóban. Így bővültek a főiskolán is a laboratóriumi mérési lehetőségek.

A technikus képzés célja (idézet az ezzel kapcsolatos tájékoztatóból): „a szakközépiskolát végzett műszaki szakemberek szakismeretei olyan mértékben növekedjenek, hogy alkalmasak legyenek

- az egészségügyi területen alkalmazott orvosi kéziműszerek (*helyesebben: „sebészeti kézi eszközök”*) gyártására, a gyártás irányítására,
- mechanikus, elektromechanikus, elektronikus orvosi készülékek gyártására, üzemeltetésére, javítására, karbantartására, illetve ezek irányítására.
- sugárzástechnikai berendezések gyártására, üzemeltetésére, javítására, karbantartására,
- az orvosi gyakorlatban alkalmazott egyéb készülékek gyártására, üzemeltetésére,
- a diagnosztikai és terápiás készülékek fejlesztésére, konstruálására,
- új gyógyászati eszközök, rendszerek üzembe állítására.

Ezzel párhuzamosan politikai és vezetés elméleti ismereteket szerezzenek, hogy ezek gyakorlati alkalmazásával alkalmassá váljanak vezetői munkakörök betöltésére is.”

Ennek a technikusképzésnek szükségességét indokolta az a tény, hogy az 1970-es évekre a magyar orvostechikai eszköz gyártás erősen fejlődött, a magyar termékek (Medicor, EMG, Gamma, Radelkisz, Műszergyártó Szövetkezet stb.) külföldre is eljutottak jelentős számban. Ezt a színvonalat csak úgy lehetett tartani, illetve tovább fejleszteni, ha mind a gyártás, mind a szervizelés és alkalmazás területén az ilyen orvostechikai eszközökhöz szakszerűen értő szakemberek

dolgoznak. Mivel eddig nem volt ezen a téren szakirányú képzés, mindenképpen meg kellett adni a szakképzettséget azoknak a szakembereknek, akik már többéves gyakorlatot is szereztek egy-egy fajta orvostechikai eszköz gyártása, szervizelése során. Ezidőtájt az orvostechikai eszközök javítása is manuálisan történt. Ha meghibásodott egy-egy eszköz, akkor a hibakeresés logikus útját alkalmazva kellett megtalálni a hiba okát és kicserélni a meghibásodott eszközt. Ezért kapott még nagyobb hangsúlyt a javítás, karbantartás kérdése.

A képzés épített a szakközépiskolákban megszerzett ismeretanyagra, amelynek egyes fontosabb területeit fel kellett újítani és az egészségügy területén alkalmazott gépek és műszerek elméleti ismereteivel kellett kibővíteni. A bővítésen belül foglalkoztak:

- a készülékek üzemeltetésének megértéséhez szükséges alapvető biológiai és élettani ismeretekkel,
- az orvosi kéziműszereknél (mai értelmezés szerint: sebészeti kézi eszközöknél) alkalmazott anyagok jellemzőivel,
- a különleges megmunkálási, gyártástechnológiai megoldásokkal,
- a diagnosztikai és terápiai műszerek, készülékek szerkezeti felépítésével, működési elvével,
- a biztonságos üzemeltetés feltételeivel,
- a készülékek hibáinak bemérésével, behatárolásával, valamint ezek javításával,
- a karbantartással,
- az egyedi gyártás jellemzőivel, annak üzem- és rendszerszervezési vonásaival.

Az egészségügyi gép, orvosi műszergyártó és karbantartó technikusok végzettséggel betölthető munkakörök jegyzéke, a szakirányoknak megfelelően:

- művelettervező technológus,
- szerkesztő,
- művezető, főművezető,
- üzemvezető,
- minőségi ellenőr,
- MEO (Minőségi Ellenőrző Osztály) csoportvezető,
- műszerelőadó,
- fejlesztési részleg csoportvezető,
- szervíz csoportvezető,
- selejtanalizátor,
- termelési csoportvezető.

A felsorolásból látható, hogy annak idején, tehát még az 1970-es években ezek a besorolások voltak érvényben. Ezek szerint az ilyen módon képzett technikusok többnyire önálló munkakörökben, vagy középvezetői munkakörökben voltak alkalmazhatók. Ekkortájt még az egészségügyi célokra gyártott, vagy abban

alkalmazott eszközök definíciója sem volt egyértelmű, még mindig inkább csak az „orvosi műszerész” szemlélet volt érvényben, vagyis az ilyen eszközök gyártása, minősítése, alkalmazása az csak olyan „mester” funkció, amit egy jól képzett műszaki szakember tapasztalatai és ügyessége révén el tud látni.

Az általánosan „műszerész”-nek hívott szakember az egészségügyi intézményekben csak a kiszolgáló személyzet része volt, meglehetősen alacsony szakmai elismeréssel. Maguknak az orvosoknak nagy része sem tekintette egyenrangú partnerének, tisztelet a kivételeknek, ahol elismerték ezeknek a szakembereknek, technikusoknak a szakértelmét, tudását, de munkaköri besorolásuk ezt nem bizonyította.

A technikusképzés során támasztott szakmai követelmények:

- Ismerje az egészségügyi területen alkalmazott műszereket, készülékeket, azok feladatát.
- Ismerje a műszerek és készülékek gyártása során felhasznált anyagokat, azok jellemzőit.
- Legyen jártas az orvosi kéziműszerek (mai szóhasználattal: sebészeti kézi eszközök), és a főleg mechanikai kivitelű eszközök készítése során alkalmazott megmunkálási eljárásokkal.
- Készség szinten ismerje a mechanikus, elektromechanikus, elektronikus, sugárzástechnikai és egyéb orvosi eszközök, berendezések szerkezeti egységeit, működési elvét.
- Legyen jártas a kéziműszerek (mai szóhasználattal: sebészeti kézi eszközök), a villamos tápforrással működő mechanikus elvű, vagy elektronikus elvű műszerek szerkezeti egységeinek gyártástechnológiájában.
- Legyen jártas az orvosi alkalmazású műszerek berendezések üzemeltetésében.
- Ismerje a leggyakoribb hibákat, a hiba behatárolásához szükséges mérőműszereket, a mérés metodikáját.
- Legyen jártas a hibák javításában.
- Legyen jártas az orvosi kéziműszerek (mai szóhasználattal: sebészeti kézi eszközök), mechanikus, elektromechanikus, elektronikus, sugárzástechnikai és egyéb készülékek technológiai tervezésében, ismerje a kapcsolódó technológiai folyamatokat, az alkatrészekkel szemben támasztott követelményeket.
- Ismerje a készülékek működése szempontjából fontos biológiai, élettani problémákat, folyamatokat, fogalmakat.

- Legyen jártas a műszerek, készülékek karbantartásában.
- Készség szinten ismerje a baleset- és sugárzásvédelmi előírásokat, óvórendszabályokat.

A felsorolt követelményekből látható, hogy ez a fajta „technikus”-képzés a kor akkori szintjén nagyon magas műszaki és orvostechikai tudásszint elérését tűzte ki célul. Kiemelnénk ebből a mai, 21. században is érvényes megállapításokat:

- a gyártástechnológiai ismeretek fontosságát,
- az üzemeltetés lényeges tudnivalóit,
- a karbantartás szerepét és megelőző hatását az esetegesen fellépő működésbeli hibák esetén,
- az orvosi gyakorlatban alkalmazott eszközök, műszerek, berendezések működésének megértése szempontjából rendkívül fontos biológiai, élettani (fiziológiai) ismeretek fontosságát,
- a gyógyászatban alkalmazott eszközök, készülékek, berendezések esetén az életvédelmi, balesetvédelmi és sugárzásvédelmi előírások rendkívüli fontosságát.

Nem véletlen, hogy az ezen a tanfolyamon végzett mintegy száz-egynéhány résztvevő a későbbi évek folyamán, de mondhatjuk, hogy majdnem a 20. század végéig az orvostechikai ipar és az egészségügy műszaki ellátásának gerincét alkotta és nekik köszönhető, hogy a magyar orvostechika szinten maradt Európában.

A technikus-képzés tananyaga és óraterve a következő volt:

1. Társadalompolitikai ismeretek:	80 óra
2. Vezetési ismeretek	100 óra
3. Szakmai ismeretek, elmélet	100 óra
4. Szakmai ismeretek, gyakorlat	100 óra
5. Konzultációk	<u>20 óra</u>
Összesen:	400 óra

Az oktatáshoz a szervezők részletes tantervet, tantárgyi programokat és utasításokat, valamint vizsgakérdéseket mellékeltek.

A technikus tanfolyam szervezésében, lebonyolításában és a vizsgáztatásban az anyaintézmény, azaz a József Attila Gépészeti és Finommechanikai Szakközépiskola (Vendel utca) oktatóin kívül tevékenyen részt vettek az orvostechikai szakma elismert képviselői is, így dr. Katona Zoltán, Forgács Lajos és Susánszky Miklós.

## **7.4. A Medicor Nemzetközi Orvostechnikai Továbbképző Központ (Medicor Training Centre) megalakulása és működése ENSZ (UNIDO) támogatással**

### **A.) Előzmények**

Az 1960-as évek végére, a 70-es évekre az orvostechnika fejlődése annyira felgyorsult, hogy nagyon sok vállalat, gyár gyártott már különböző gyógyászati eszközöket. A nagyobb vállalatok, mint például a Siemens, vagy a Philips és az amerikai General Electric (GE), később pedig a japán gyárak már az orvostechnikai eszközök szinte teljes választékát szolgáltatták. Szükségük volt a gyártmányokhoz értő, speciálisan kiképzett szakemberekre. Nemcsak a kutatókra, fejlesztőkre, hanem a saját eszközeik szervizeléséhez, azaz beméréséhez, karbantartásához, javításához is értő szakemberekre. Az akadémiai oktatás, tehát az egyetemek és főiskolák nem tudtak lépést tartani ezzel a tempóval.

Így alakultak ki a gyártó vállalatok által létrehozott, első sorban a saját gyártmányaikkal foglalkozó vállalati Oktatási Központok. Ezekben, a vállalat részegységét képező oktatási intézményekben főleg a gyakorlati oktatás volt nagyon fontos és ezek hatékonyságának elősegítésére számos új módszert dolgoztak ki. Az itt dolgozó oktatóknak tehát nemcsak a szakmájukhoz kellett jól érteni, hanem az oktatási módszerek terén, főleg a gyakorlatias, szemléletes ismeret átadásához és a hallgatók („tanfolyami résztvevők”) önálló munkájának irányításához is. A különböző tanfolyamokon részt vevő hallgatók egy olyan bizonyítványt kaptak, amelyik tanúsította, hogy egy adott típusú, vagy típuscsoportú orvostechnikai eszköz szervizeléséhez, ellenőrzéséhez és javításához a megfelelő tudással rendelkezik a hallgató.

Az 1977-es budapesti Orvostechnikai Konferencián való találkozások során Richter Nándor elmondta azt az elképzelését, hogy Magyarországon is meg kellene valósítani egy orvostechnikai oktatási központot, és ehhez ő ENSZ támogatást is tudna szerezni. Richter Nándor akkor a Medicor Fejlesztési Intézetében dolgozott és az 1970-es években Brazíliában ő volt a Medicor képviselője, majd különböző nemzetközi együttműködések kialakításában dolgozott. Németül anyanyelvi szinten beszélt, angolul és portugálul is kiváló volt.

Az elképzelés a magyarországi Orvostechnikai Továbbképző Központ létrehozására egyre inkább konkrét formát öltött, és a Medicor Illetékes Vezetői ezért 1980-ban megbízták a Szerzőt egy koncepció kidolgozására az orvostechnikai eszközök szervizelésének oktatására. Ennek alapja az volt, hogy már korábban létrejött egy szerződés Magyarország képviseletében, a Medicor és az UNIDO (az ENSZ Iparfejlesztési Szervezete bécsi székhellyel) között a DP/HUN/78/004 számú projektre, amelyik „Orvostechnikai szerviz szakemberek képzési rendszerének megszervezésére és Továbbképző Központjának

létrehozására” irányult. Ez a projekt 360.000 dollár vissza nem fizetendő támogatást jelentett Magyarország számára. (Akkori viszonyok között – ha jól emlékszem – ez olyan 8,5 millió forintot ért. Akkor, amikor egy főiskolai docens havi fizetése még csak 7.150 Ft volt! Így ha arányítunk és a mai (2019-es) viszonyokra számítunk át, akkor ez a támogatás durván száz (100) millió forintnak felelt meg. De a lényeg az volt, hogy ez devizában, dollárban állt rendelkezésünkre és minden esetben az UNIDO-tól, Bécsből lehetett lehívni!)

A pénzt a Továbbképző Központ felszerelésére, a tanfolyamok megszervezésére, oktatási anyagok (könyvek, jegyzetek, oktatástechnikai segédanyagok stb) létrehozására, szakértők díjazására, és külföldi tanulmányutakra lehetett fordítani. Minden egyes tétel esetében csak az UNIDO bécsi központjának engedélye után! A helyszínt (kb. 500 m<sup>2</sup> területen), vagyis a Továbbképző Központ helyiségeit pedig a Medicornak kellett biztosítania.

A projekt megvalósítása céljából az 1980-as évek elején számos ilyen vállalati Oktatási Központot látogatunk meg és tanulmányoztuk oktatási tevékenységüket, voltunk a Siemens Műveknél Erlangenben és Münchenben (az egykori NSZK-ban), a Philips Műveknél Eindhovenben (Hollandiában), de kisebb vállalatoknál is, például a Hellige cégnél Freiburgban (NSZK), a Dräger cégnél Lübeckben (NSZK) stb.

## B.) A Medicor Orvostechikai Továbbképző Központ kialakítása

A Medicor Továbbképző Központ konkrét megvalósítása 1982. szeptember 1.-én kezdődött meg. Először a fő épülettel szemközt, a Visegrádi utca sarkán lévő földszintes épületben kapott néhány termet. Ez csak az Elektronikus csoport tantermére volt elegendő, de itt kezdődött el az első nigériai szakemberek számára rendezett tanfolyam is. 1983 tavaszán azonban a Csanády utcai (volt) általános iskola II. emeleti helyiségeibe költözött a Továbbképző Központ. A költözködés 1983. augusztus 6-án zajlott le.

Szervezetileg a Továbbképző Központ közvetlenül a Szakoktatási Osztályhoz tartozott a Medicoron belül, elvileg ugyan (az UNIDO felé) önálló egységként, de gyakorlatilag csak az újonnan létrehozott Orvostechikai Továbbképzési Osztály foglalkozott a projekt megvalósításának szakmai részével. A Továbbképző Központ vezetője (a projekt vezetője, vagy a Továbbképző Központ igazgatója), egyúttal a Szakoktatási Osztály osztályvezetője: Szeicz János volt.

A projekt szakmai részét 1982. szeptember 1.-től Forgács Lajos irányította, osztályvezetői beosztásban. Maga az osztály a következőképpen épült fel:

1. Szervezési csoport,
2. Elektronikus műszerek csoport,
3. Röntgentechikai csoport,
4. Mechanikai készülékek csoport.
5. Gazdasági Csoport (közös volt a Medicor körponttal).

Ennek megfelelően a XIII. kerületben (Angyalföldön), a Csanády utca 32. házban, a II. emeleten alakították ki a Központ elhelyezését. Itt talált helyet a Szervezési Csoport, az Elektronikus Labor és a Röntgen Laboratórium. A Mechanikai Csoport tanterme sokáig az Illatos utcai Medicor részlegben maradt.

A Központ kialakítása időt vett igénybe, talán 1983 tavaszára, amikor a Csanády utcába költözünk végleg, akkor alakult ki a létszám is.

- Az Elektronikus csoport vezetője is eleinte a Szerző volt, majd 1983-tól kezdve Bolváry Gedeon lett a csoportvezető, aki korábban a Fejlesztési osztályon dolgozott, a vérnyomásmérők, defibrillátorok tervezése terén komoly eredményeket ért el, azután a 70-es évek végén Pakisztánban (előtte még Egyiptomban is) kereskedelmi kiküldöttként dolgozott sok éven keresztül, ennek köszönhető nemcsak a szakmai tapasztalata, hanem az angol nyelvtudása is.
- A Röntgentechnikai Csoportvezetője elsőként Bátki László, majd Fülöp Györgyné (Margit) lett. Mivel a Medicor legrégebbi gyártmányai és az akkori időben a legtöbb exportra kerülő készülékei is a röntgentechnikához kötődnek, ez a csoport mindig jelentős szerepet bírt az oktatásban.
- A Mechanikai Készülékek csoportban eleinte csak Kocsis Jánosné (Ági) volt, majd csatlakozott hozzá Kohlrusz Károly is. Ők főleg a lélegeztető készülékek, altató készülékek terén ügyködtek. Ennek a csoportnak volt vezetője Nagy Csaba, aki hivatalosan osztályvezető-helyettes is volt, neki gépészmérnöki és mérnökstanári diplomája volt. Korábban a Fejlesztési Főosztályon dolgozott. (Róla még annyit, hogy a Medicor megszűnése után az ORKI-hoz (Orvos- és Kórháztechnikai Intézet) került és 1995-től annak főigazgatója volt 12 évig. 2007-ben, az ORKI megszüntetése után ment nyugdíjba.)

A főállású létszám 17 főből állt, de egyes személyek az évek során változtak benne. Ezen kívül még 10 külső munkatárs segített bennünket az oktatásban. Ennek a 17 főnek és a külső munkatársaknak a szakmai munkáját közvetlenül az osztályvezető irányította. A szakmai oktatók mindegyike mérnök volt és a saját szakterületének kiváló ismerője. Az osztályvezetői feladat első sorban abból állt, hogy – a Továbbképző Központ oktatási céljával összhangban – meghatározza azokat az alapelveket, amelyekre építve azután mindenki a saját szakterületének megfelelően kidolgozza a részleteket. Ez azért sem volt nehéz, mert mint az már az előzőekben is szerepelt, az oktatási tevékenység alap gondolatát is korábban az osztályvezető dolgozta ki, a mostani tevékenysége ezeknek a megvalósítására irányult.



## C.) Az oktatás megvalósítása (Mérnökpedagógia és oktatástechnológia)

Az oktatás során első sorban a Medicor Művek által gyártott és az első sorban exportra szállított orvostechnikai eszközökkel foglalkoztunk. Ennek során főleg az eszközök szakszerű működtetése, karbantartása és esetlegesen a felmerülő hibalehetőségek kiküszöbölésének vagy javításának megoldásai voltak a fő szempontok.

A szerviz szakemberek képzése – az előzőeknek megfelelően – három témakörben történt:

1. a mechanikus és elektromechanikus készülékek és eszközök (M jelzésű tanfolyamok),
2. az elektronikus orvostechnikai műszerek (E jelzésű tanfolyamok),
3. röntgentechnikai készülékek (X jelzésű tanfolyamok).

Mindhárom témakörben voltak:

- alapozó és
- speciális, termékorientált ismereteket nyújtó tanfolyamok.

Az alapozó tanfolyamok is két részből álltak:

- egy előkészítő tanfolyam és
- az adott témakör általános ismeretei.

Az *előkészítő tanfolyam* azok részére volt, akik kezdők a bemérés és a szerviztevékenység terén. Az ő részükre általános mérés- és műszertechnikai ismereteket oktattunk, esetleg a tipikus áramköröket is megemlítettük azon a szinten, hogy a készülékek ismertetésénél a fogalom ismert legyen. Például röviden beszéltünk a differencia erősítőkről, illetve a műveleti erősítőkről, lehetőleg képlet nélkül, csak az elvi működésre és a felhasználás jellegére kitérve. Erre azért volt szükség, mert jelentkez(het)tek olyanok is, akiknek mechanikai alapképzettségük volt és az áramköröket kevésbé (vagy egyáltalában nem) ismerték.

Az *általános ismeretek* már a témakörhöz kapcsolódtak:

- a biológiai/fiziológiai ismeretek és
- az orvostechnikai alapfogalmak elsajátítása;
- a biztonságtechnikai és életvédelmi szabályok ismertetése és
- a témakörnek megfelelő műszaki ismeretek összefoglalása.

Ez a tanfolyam nyújtott alapot a konkrét készülékek megismeréséhez.

A *termékorientált tanfolyamok* már egy konkrétan meghatározott készülék működésére, üzemeltetésére, karbantartására és javítására vonatkozó elméleti és gyakorlati ismereteket tartalmazták.

Csak egy példa a sok közül:

Az elektromedika terén első volt az E-011 Előkészítő tanfolyam, majd következett az E-110 Elektronikus orvostechnikai műszerek általános ismeretei és ezek után következtek a speciális tanfolyamok:

E-111 EKG készülékek és poligráfok, ezen belül:

E-111.1 Egycsatornás EKG készülékek (MR-11, MC-3, MC-32 típusok),

E-111.2 Háromcsatornás EKG készülékek (ER-31),

E-111.3 Többcsatornás poligráfok (ER-361, ER-661).

A következő típuscsoport: az intenzív őrző készülékek már az E-112.x jelet viselték és így tovább. Ezek a négy számjeggyel jelzett egységek alkottak egy-egy modult.

A modul felépítése azt jelentette, hogy minden egyes készülék esetében a tárgyalás menete teljesen hasonló volt:

- a működés elvi alapjai (vissza-visszatérve a fiziológiai alapokra is),
- a tömbvázlat (blokksema) ismertetése, majd
- az egyes áramkörök, illetve egyes egységek elvi működése, ezek után következett
- a műszaki paraméterek értékelése,
- a bemérési utasítás ismertetése, majd
- a tipikus hibajelenségek, illetve
- a logikus hibakeresés menete, s
- a hibajavítás módszerei.

A modul felépítés sajátosságaiból következett, hogy ha valaki például csak a háromcsatornás EKG készülékeket akarta megismerni, akkor elegendő volt csak ezt a modult látogatnia és nem volt feltétele, hogy már az egycsatornás EKG modult is elvégezze. (Természetesen, az alapozó tanfolyamok ismeretanyagát tudnia kellett, különben nehezen volt megérthető az új anyag.) Ily módon a modulok tetszés szerinti összeválogatásával végül is megismerhetővé vált egy-egy szakterület teljes ismeretanyaga. Az előrehaladás a hallgató idejének és kívánságának megfelelően történt.

Erre a modul elvre ösztönösen találtunk rá, de abban az időben ez az úgynevezett moduláris oktatás kezdett „divatosá” válni. Három év alatt összesen 89 ilyen modult fejlesztettünk ki. Egy-egy modulhoz megírtuk a hozzátartozó jegyzeteket is, illetve a gyakorlati oktatás során a hallgatók rendelkezésére álltak a konkrét készülék műszaki dokumentációi: a műszerkönyv, a kapcsolási rajzok, a kezelési utasítás. Ezen kívül a tanfolyam ideje alatt biztosítottuk a bemérési utasítást és a hibakeresési útmutatót is. (Ezek gyári dokumentációk.) Az ellenőrzéshez különböző tesztek, illetve konkrét mérési, hibakeresési feladatokat dolgoztunk ki, ezek is hozzátartoztak munkánkhoz.

A négy év alatt (1982–1985) 130 tanfolyamot tartottunk, amelyen összesen 674 hallgató vett részt. Ezek közül 471 volt magyar, a többi 203 pedig külföldi. Az

UNIDO projekt célkitűzései között csak 150 hallgató oktatása szerepelt, így tehát mi több, mint 300 %-ra teljesítettük a tervet. Mind ezeken kívül tartottunk még egy tanfolyamot az UNIDO részére, amelyen 15 különböző nemzetiségű hallgató vett részt. Ez a tanfolyam eltért az előzőekben említett moduláris felépítéstől, teljesen egyedi tematikával futott és áttekintést adott az orvostechikai eszközök széles spektrumáról. Az oktatás nyelve angol volt.

A tanfolyamok 2–3–5 naposak voltak, napi 7 oktatási órával. A leggyakoribb az egy hetes tanfolyam volt. Ilyenkor hétfőn délelőtt 10 órakor kezdtünk, hogy a vidéki hallgatók is időben ott lehessenek, valamint – az órák hét közbeni összevonásával – biztosítottuk, hogy pénteken már 12 óra után haza utazhassanak. A pénteki napon volt a számonkérés, mivel minden tanfolyam tesztlapok kitöltésével, esetlegesen szóbeli beszélgetésekkel, a tanfolyam értékelésével fejeződött be. Nem osztályzatokat adtunk, csak elégséges, megfelelő, kiválóan megfelelő jelzőket, illetve a tanfolyam elvégzéséről egy bizonyítványt.

A tanfolyamok megszervezését és lebonyolítását a Szervezési Csoport végezte, de a tartalomról és a hozzátartozó eszközökről, valamint oktatási anyagokról a mérnöktanároknak kellett gondoskodni.

Az Elektronikus Laboratórium felszereléséhez alapműszereket: feszültségmérőket, oszcilloszkópokat, funkciógenerátorokat rendeltünk, olyanokat, amelyek a speciálisan kisfrekvenciájú elektrofiziológiai jelek (EKG, vérnyomáshullám, pulzushullám stb) méréséhez is megfelelőek. Ezek jegyzékét összeállítottuk (katalógusok, személyes érdeklődések stb alapján) és a bécsi UNIDO Központtól kértünk engedélyt beszerzésükre. Miután ezt elbírálták, a megrendeléseket már közvetlenül intéztük a Medicoron keresztül, mivel a Medicornak volt saját export-import engedélye. Így sikerült felszerelni azután a labort az akkoriban legkorszerűbbnek számító mérőeszközökkel! (Ami a Kandóban szinte elképzelhetetlen lett volna!)

De hasonló módon jártak el a Röntgentechnikai Csoport és a Mechanikai Eszközök Csoport munkatársai is, nekik is a legkorszerűbb bemérő (például: dózismérő) és bevizsgáló eszközöket, sőt szimulátorokat sikerült beszerezni az UNIDO segítségével.

Összességében a 3 laboratórium részére 144 db nagyértékű műszert és berendezést vásároltunk, ezek nagy részét külföldről (nyugati országokból) szereztük be, mindegyik esetben az UNIDO bécsi központjának a jóváhagyásával.

A vizsgálandó orvostechikai eszközök mind a Medicor gyártmányai voltak, hiszen a Továbbképző Központ feladata a Medicor gyártmányok oktatása és „népszerűsítése” is volt. Persze, az sem volt mindig egyszerű dolog, hogy éppen a legjobb, vagy legújabb készüléket kapjuk meg a gyártó részlegektől. Nem ritkán éppen a selejtet akarták ránk sózni! Az is igaz, hogy a mi laborjainkban az új készülékek is hamar „megöregedtek” és „leselejteződtek”, mivel éppen az volt a feladat, hogy szétszedjék őket és hibát keressenek benne (amit sokszor mi magunk rejtettünk el, de csináltak a hallgatók maguknak is hibákat!) Ez éppen olyan dolog,

mint amikor az új autókat mesterségesen ütközésnek teszik ki, hogy meglássák, hogyan viselkedik ilyen esetben. Csakhát ezt a tényt beláttatni a gyártókkal és a kereskedőkkel, nem volt egyszerű dolog!

Amíg ezek a laborok a Csanády utcában teljes mértékben nem készültek el, addig az elsőként előkészített és megszervezett tanfolyamok részben a Visegrádi utcában, illetve a Röntgen-gyárban, de részben a gyártás színhelyén: Esztergomban (EKG, EEG stb), és Debrecenben (Lélegeztetők, audiométerek stb) szerveződtek.

Néhány szót még a külföldiek oktatásáról! A magyar szakemberek számára szervezett tanfolyamokon kívül a Medicor külföldi üzleti partnerei számára is tartottunk szerviz tanfolyamokat angol nyelven, első sorban a nigériai, líbiai és a kínai fél számára. Ezek a tanfolyamok három hónapig tartottak, itt tulajdonképpen kezdtük az előkészítő tanfolyammal, majd mentünk tovább sorrendben mindazon modulok irányába, amely készülékeket a Medicor oda szállított.

Megint más volt a helyzet az UNIDO-s tanfolyammal. Ez már 1986 tavaszán volt. A részt vevő 15 személy (Brazíliából, Kínából, Egyiptomból, Etiópiából, Irakból, Mexikóból, Sierra-Leoneból, Thaiföldről stb) pályázat útján került a csoportba, mindegyiküknek mérnöki végzettsége volt. Ezt az oktatást csak részben végeztük mi (főleg a gyakorlati ismereteket oktattuk), részt vettek még benne a Budapesti Műszaki Egyetem oktatói is.

A külföldiek oktatása egyúttal azt is jelentette, hogy oktatási dokumentációinkat, jegyzeteinket angolul is elkészítettük, többnyire saját fordításunkban. (Nyelvi lektort nem alkalmaztunk, aki jobban tudott angolul, az ellenőrizte a szöveget. Ennek magyarázata részben az, hogy a hivatalos fordítók nem értettek a szaknyelvhez!) – A Továbbképző Központ minden munkatársa folytatta az angol nyelv tanulását szervezett formában is, a Vendel utcába járt nyelviskolába, időben egymást váltva. Ez heti két alkalommal három-három órát jelentett.

## C.) Utószó

Pár szót még a Továbbképző Központ további sorsáról! Ez alatt érte a szakmai részt, azaz a tulajdonképpeni Orvostechikai Továbbképző Osztályt. Az eddigi osztályvezető 1986. augusztus 1.-vel eltávozott a Medicortól, más beosztásba került az Ipari Minisztériumnál. Az új osztályvezető Barsai János lett, majd két év múlva, az ő nyugdíjba menetele után Fülöp Györgyné (Margit) vette át az osztály irányítását.

A még 1985-ben elindított pályázat újabb projektekre (pontosabban: az előző projekt folytatására) eredményes volt és erre az UNIDO ismét biztosított pénzt is, bár már kevesebbet, mint előzőleg. Ebből a pénzből sikerült a Továbbképző Központot fenntartani, a csökkenő tanfolyamok és a csökkenő létszámú hallgatóság ellenére is.

1988 nyarán a Medicor már olyan helyzetbe került, hogy nem látta reálisnak a Továbbképző Központ fenntartását és az UNIDO-s pénzeket sem tudták már

lehívni. A Továbbképző Központ gyakorlatilag megszűnt. Értékes műszerállományát széthordták, a jegyzeteket, szakanyagokat, irodalmi forrásokat megsemmisítették. A munkatársak pedig hol itt, hol ott keresetek maguknak állást. Ez már 1989-ben történt, amikor jelentős politikai és gazdasági változások zajlottak le Magyarországon.

## 8. Orvostechnikai oktatás Európában az 1990-es években

### 8.1. Áttekintés

Az 1990-es évek elejére az orvostechnikával foglalkozó egyetemi és főiskolai oktatási és kutatási helyek száma jelentősen megnövekedett. Az Európai Közösség Tanácsának (ma: Európai Unió) támogatásával az Erasmus program keretében a Stuttgarti Egyetem Orvostechnikai Intézete (Universität Stuttgart, Institut für Biomedizinische Technik) irányításával elkészült egy részletes összeállítás ezekről a lehetőségekről 1992-ben (lásd: [34.] irodalom). Megjegyezzük, hogy az ennek alapján ismertetésre kerülő felsorolás sem végleges, hiszen a fejlődés töretlen és változás mindig lehetséges, de legalább képet tudunk adni egy meghatározott időszak, azaz az 1990-es évek elejének adatairól.

A rendelkezésünkre álló adatok alapján (lásd: [34.] irodalom) ez idő tájt a 23 országból származó információk szerint Európában már 90 egyetemen és 24 főiskolán foglalkoztak orvostechnikai oktatással. Egy-egy helyen általában 11 és 30 között volt az erre a szakterületre specializálódott hallgatók száma, néhány helyen azonban elérte a 100 fő körüli létszámot is. Így egyidejűleg összességében legalább 3.000 hallgató folytatta orvostechnikai tanulmányait. Vagyis nem elszigetelt, ritka jelenségről volt szó! *(Ezért is érthetetlen előttünk a magyar Illetékes Szervek rendkívül tartózkodó, nem egyszer elutasító magatartása az orvostechnikai képzés ügyében, főleg az egészségügyi Szerveknél.)*

A képzési formák rendkívül változatosak. Általában csak azok kezdhették meg orvostechnikai tanulmányaikat, akik már a mérnöki alapismereteket elsajátították, tehát vagy már elérték a megfelelő számú kreditet, vagy részvizsgát tettek, illetve megszerezték a BSc fokozatot. Az esetek 2/3-ad részében az orvostechnikai szakismereteket valamilyen más szakterületen belül tanulták meg, például a gépésmérnöki, vagy villamosmérnöki, vagy informatikai mérnöki szakokon belül. Ezek az 5 éves képzési idő végén az említett szakterületnek megfelelő MSc fokozatú diplomát adják meg. Meglehetősen ritka a csak orvostechnikai megjelölésű végbizonyítvány, ez inkább csak a főiskolai jellegű képzésnél van így, például a németországi Giessenben. – A maradék 1/3-ad esetében pedig posztgraduális jellegű továbbképzésről volt szó, amelyik viszont speciálisan orvostechnikai irányítottságú volt és ennek végén MSc fokozatot lehetett elérni és ezek után megkezdeni – esetlegesen – a PhD tanulmányokat is. A teljes képzési időn belül az orvostechnikai tanulmányok ideje általában 1,5– 2 év volt, a főiskolai képzésben elérhette a 3, sőt 4 évet is (ez utóbbi már a kötelező gyakorlattal együtt értendő). A tanulmányok során legalább 400 tanórán kellett orvostechnikai ismereteket tanulni, beleértve az idetartozó orvosbiológiai ismereteket is.

A következőkben országonként, ABC sorrendben áttekintjük az egyes képzési lehetőségeket. Az intézmények megnevezésénél a magyar értelmezésnek megfelelő formát használjuk, de (zárójelben) megadjuk az adott országban használatos hivatalos megnevezést is.

## 1. Ausztriában

Két egyetemen foglalkoztak orvostechnikai oktatással:

- A *Bécsi Műszaki Egyetemen* [Technische Universität Wien] az 5 éves villamosmérnöki képzés keretében volt orvostechnikai részképzés, a hallgatók MSc fokozatú villamosmérnöki diplomát kaptak. Volt egy másik lehetőség is itt. Azok a hallgatók, akik legalább BSc fokozatú, de más szakterületű alapképzettséggel rendelkeztek, 2 éves posztgraduális orvostechnikai képzés során elérhették az MSc fokozatot.
- A *Grazi Műszaki Egyetemen* [Technische Universität Graz] is minden mérnöki szakterületen folyó képzés MSc fokozatot adott ki okleveles mérnök („Dipl.-Ing.”) megjelöléssel. A posztgraduális továbbképzés során lehetséges volt a doktori (PhD) fokozatot megszerezni. A mérnökképzés két részből állt:
  - az első részben, amelyik minimum 2 évig tartott, a természettudományos tantárgyakkal (matematika, fizika, mechanika, informatika stb) és néhány alapozó tantárggyal (például elektrotechnikával) ismerkedtek meg a hallgatók;
  - a második részben 3 éven keresztül a kötelező jellegű villamosmérnöki tanulmányok során különböző szakágak között lehetett választani, amelyek közül az egyik volt az orvostechnikai ágazat (lásd: [68.] irodalom). Ennek során voltak kötelező tantárgyak és három különböző tématerület, melyben széles választékot ajánlottak a hallgatóknak a különböző szaktantárgyak közül. A három tématerület:
    - a/ a klinikai mérnöki, vagy orvostechnikai szakterület („Medizintechnik”, vagy „clinical engineering”),
    - b/ az orvosi informatika szakterülete („Medizinische Informatik”, vagy medical informatics),
    - c/ a kórháztechnológia szakterülete („Krankenhaustechnik”, vagy „medical technology”).

A hallgatóknak egy szemeszterben (15 hét alatt) 210 kontaktórát kellett teljesítenie és választhattak a felkínált tantárgyak közül is. Megjegyzendő, hogy a külföldi egyetemek hallgatói sokkal több időt töltenek önálló tanulással, például projekt munkák kidolgozásával, vagy szakirodalom feldolgozásával, mint ez Magyarországon szokásos! Az összes előadásnak 60 %-a nem orvostechnikai

témájú volt és a hallgatóknak 50 %-ban ezek közül kellett választani. Összességében több, mint 60 (!! ) különböző előadásorozat és gyakorlat volt orvostechikai témájú. Valószínűleg a nagyszámú választási lehetőség is okozta, hogy a tanulmányok ideje 7–8 évre is elnyúlhatott. Szakdolgozatukat a hallgatók általában a választott szakiránynak megfelelően választották meg.

## 2. Belgiumban

Egy helyen, a *Leuven Katolikus Egyetemen* [Katholieke Universiteit Leuven in Heverlee] már mérnöki diplomával rendelkezők részére volt egy éves orvostechikai képzés. (*Részletek erről nem ismeretesek.*)

## 3. Bulgáriában

A *Szófia i Műszaki Egyetemen* [TH Sofia] lehetséges volt orvostechikai tanulmányokat folytatni több, mint egy éven keresztül a Gépészeti és Elektromérnöki Karon belül, miután már 7 szemesztert elvégeztek az elektronikus mérnöki szakterületen.

Ezen kívül az *Orvosi Akadémián* [Medical Academy Sofia] is rendeztek továbbképzést a röntgentechnika és az orvosi elektronika témakörökben, első sorban a doktori tanulmányok kiegészítéseként.

## 4. Csehországban

A *Brnoi Műszaki Egyetem* [Technical University, Brno] Villamosmérnöki Karán 1988 óta a Biomérnöki Intézet (Institute of Biomedical Engineering) irányításával történt meg a biomérnöki (orvostechikai) mérnökképzés, amely ugyan villamosmérnöki diplomát adott ki, de már megjelölte a biomérnöki specializációt is. Az öt (5) éves képzési időn belül a biomérnöki (orvostechikai) specializáció három részterületre osztható:

- orvosbiológiai tantárgyak: biofizika, humán biológia, klinikai fiziológia és egészségügy, ezek mindegyike kötelező jellegű;
- két „interface” jellegű tantárgy közül lehetett választani: biológiai rendszerek és folyamatok, valamint bionika;
- az orvostechikai speciális tantárgyak közül ötöt (5) kellett választani a hallgatóknak: orvostechikai készülékek, orvosi képalkotás, orvosi információs rendszerek, biológiai jelfeldolgozás, számítógéppel támogatott diagnosztika, biometria, orvostechikai rendszerek tervezése és kialakítása, orvostechikai rendszerek marketingje és szervizelése.



A Prágai Műszaki Egyetemen (Czech Technical University of Prague) a Villamosmérnöki Karon belül, mint orvostechnikai témájú specializációt, két helyen is választhattak a hallgatók:

- a Szabályozás- és Vezérléstechnikai Tanszéken biológiai jelek analízisét és biológiai rendszerek modellezését, valamint biokibernetikát;
- a Radioelektronikai Tanszéken pedig orvostechnikai készüléktechnológiát és orvosi képzést.

A prágai Cseh Műszaki Egyetemen létrehozták a Biomedikai Tanulmányok Központját, amelyik közvetlenül a Rectori Hivatalhoz tartozik. A Központ célja volt, hogy támogassa a biomérnöki (orvostechnikai) tanulmányokat az egész egyetem minden pedagógiai és tudományos erőforrásának kihasználásával, mivel az orvostechnikai szakismeretek rohamos technikai fejlődése lehetetlenné teszi az orvostechnikai tanulmányok széles spektrumának egyetlen tanszék által történő hatékony koordinálását.

## 5. Dániában

A *Lyngby-i Műszaki Egyetemen* [Technical University of Lyngby] volt orvostechnikai oktatás az 5 éves mérnökképzés keretein belül. Ez kb. 1–1,5 évet vett igénybe és nem adott külön megjelölést. Lehetséges volt posztgraduális orvostechnikai képzésben is részt venni, amelyik egytől két és fél évig tartott.

## 6. Finnországban

Három helyen is foglalkoztak orvostechnikai oktatással:

- A *Helsinki Műszaki Egyetemen* [Helsinki University of Technology in Espoo] és
- Az *Oului Egyetemen* [Oulu University] a villamosmérnöki tanulmányok keretében volt orvostechnikai részképzés.
- A *Tamperei Műszaki Egyetemen* [Tampere University of Technology] már 1976 óta volt orvostechnikai képzés, amelyik szintén egy természettudományos és elektrotechnikai, elektronikai alapképzésre épített és a tanulmányok második felében 2, illetve 3 éven keresztül ajánlott orvostechnikai tantárgyakat, mint speciális tantárgyakat, beleértve a szakdolgozat (diplomamunka) elkészítésének lehetőségét is. A tanulmányok során fiziológiával (élettannal) is foglalkoztak 64 óra előadásban és 28 óra gyakorlatban. Az MSc fokozat megszerzése után lehetséges volt posztgraduális tanulmányokat folytatni a doktori (PhD) címért.

A Tamperei Műszaki Egyetemen a Ragnar Granit Institute angol nyelvű, graduális képzést szervezett nemzetközi lehetőséggel a biomagnetizmus és a

biomedikai mérnöki szakterületekre. A képzésben való részvétel alapfeltétele volt, hogy a jelentkezőknek legalább BSc fokozatú, vagy MSc fokozatú diplomája legyen a villamosmérnöki tudományok, vagy a számítástechnikai (informatikai) tudományok területéről. A tanulmányok során mind a biovillamos, mind a biomágneses jelenségekkel, a fiziológiai jelek feldolgozásának módszereivel és modellezésével foglalkoztak, melyek megfelelő háttérrel jelentetek mind a kórházi, mind az ipari és kutató intézetekben való munkához, mind pedig a további doktori tanulmányokhoz<sup>29</sup>.

A képzés egy éves tanfolyammal indult, amelynek során a hallgatóknak legalább 35 kreditet kellett teljesíteni. (Megjegyzés: Ez nem az ECTS szerinti kredit!) Az egy éves program végén is kaptak bizonyítványt a tanulmányok elvégzéséről. A 2. évben újabb 20 kreditet kellett teljesíteni és a szakdolgozat elkészítése is 20 kreditnek számított. Ezután kaphattak a hallgatók MSc fokozatot és aki akarta, megkezdhette doktori tanulmányait. – Egy tantárgy elvégzése általában 2–4 kreditet ért, egy 2 kredites egység 21 óra előadásból és 14 óra gyakorlatból állt. A hallgatók a következő orvostechnikai tantárgyak közül választhattak:

- Orvostechnikai és fiziológiai mérések: 3 kredit,
- A kis jelszintű mérések és műszerek alapjai: 2 kredit,
- Orvosi terápiás eszközök: 2 kredit,
- Orvosi képalkotó technikák: 3 kredit,
- Klinikai kémiai műszerek: 3 kredit,
- Kiszájú áramkörök elmélete: 2 kredit,
- Bioszenzor technológia: 2 kredit,
- Erősítőtechnika a fiziológiai jelek számára: 2 kredit,
- Bevezetés az orvosi informatikába: 2 kredit,
- A fiziológiai jelfeldolgozás alapjai: 2 kredit,
- A fiziológiai jelfeldolgozás korszerű módszerei: 2 kredit,
- Bioelektromagnetizmus: 5 kredit,
- Orvostechnikai laboratóriumi gyakorlatok: 2 kredit.
- stb.

Ezekon kívül voltak még kiegészítő tantárgyak is, elsősorban a jelfeldolgozás és a digitális képalkotás területéről.

## 7. Franciaországban

Az orvostechnikai ismeretek<sup>21</sup> lehetőség volt elsajátítására.

Ezek között van műszaki egyetem, tudományegyetem (például Lille-ben) és orvosegyetem is (például Dijonban, Nancyban). Legjellemzőbb vonásuk az volt,

---

<sup>29</sup> Lásd: [10.] irodalom

hogy többnyire posztgraduális képzést nyújtottak az orvostechika területén és a doktori fokozat (PhD) elnyerésére készítettek elő. De volt olyan képzés is, amelyik speciális megjelöléssel BSc fokozatot is adott ki, mint például a *Compiègne-i Műszaki Egyetemen* [Université de Technologie de Compiègne].

A *Saint-Etienne-i Egyetemen* [Faculté des Sciences et Techniques in Saint-Etienne] a németországi Giesseni Szakfőiskolával (Fachhochschule Giessen) közös képzés is történt és mindkét országban elismert BSc fokozatú orvostechikai megjelölésű diplomát adott ki.

## 8. Görögországban

Az 1990-es években két helyen foglalkoztak az orvostechikai ismeretek oktatásával.

- Az *Athéni Műszaki Egyetemen* (National Technical University of Athens) csupán részképzés keretében a villamosmérnöki tanulmányokon belül néhány tantárgy volt orvostechikai témájú, míg
- A *Patrasi Egyetemen* (University of Patras) mind a graduális képzés során, mind pedig a posztgraduális képzésként. Az Erasmus program keretében indított nemzetközi képzésük rendkívül jelentős, mint Európai tanfolyam. Ezt és az egyetemen folyó orvostechikai képzésüket részletes megemlíthetjük a 8.2. fejezetben, mivel a Szerző két ízben is, több napon keresztül a helyszínen személyesen győződhetett meg erről.

## 9. Hollandiában

Legalább hat (6) különböző helyen lehetett orvostechikai tanulmányokat folytatni:

- A *Delfti Műszaki Egyetemen* (Delft University of Technology, Technische Universiteit Delft) a mérnöki tanulmányok keretein belül a 4. és 5. évben volt orvostechikai oktatás. Az elérhető végzettség az MSc fokozatnak felelt meg.
- Az *Eindhoveni Műszaki Egyetemen* (Eindhoven University of Technology, Technische Universiteit Eindhoven) átlagban másfél évet foglalkoztak orvostechikai programokkal. Mind a kutató munkát, mind az oktatást nagyban elősegítette az egyetem részegységét képező „Orvostechikai és Egészségügyi Technológiai Központ” [Centre for Biomedical and Health Care Technology]. A képzés a „mechanikai, kémiai és ipari mérnöki” szakon belül történik, az elérhető fokozat itt is MSc szintű.

Figyelemre méltó, hogy a BSc fokozatú (főiskolai jellegű) képzés keretein belül több helyen is volt orvostechikiai oktatás, mint például:

- az *Eindhoveni Főiskolán* [Hogeschool Eindhoven],
- a *Leeuwardeni Főiskolán* [Noordekijke Hogeschool Leewarden],
- az *Utrechti Műszaki Főiskolán* [HTS Utrecht], valamint
- az *Enschedeai Egészségügyi Műszaki Főiskolán* [Hogeschool voor Techniek en Gezondheidszorg], ahol ezek a képzési programok a 4 éves képzési idő jelentős részét tették ki és „BSc az orvostechikában” fokozatot adtak ki.

Míg Utrechtben az orvostechika a gépészeti képzés keretein belül volt, addig a többi helyen az elektrotechnikai szakon belül.

A Holland Klinikai Mérnöki Társaság [Dutch Society of Clinical Engineers] és a Holland Klinikai Fizikai Társaság [Dutch Society of Clinical Physics] számos továbbképző tanfolyamot szervezett a kórházakkal együttesen és a három műszaki egyetemmel közösen egyéves posztgraduális képzést is.

## 10. Horvátországban

A *Zágrábi Egyetemen* [University of Zagreb] volt jelentős orvostechikiai képzés az elektrotechnikai szakon belül.

## 11. Szerbia és Montenegro Államszövetségben (1992-es állapot!)

A Belgrádi Egyetemen mind a villamosmérnöki tanulmányokon belül, mind a gépészmérnöki tanulmányokon belül a 4., illetve az 5. évben a hallgatók választhattak orvostechikiai ágazatot is. Ez azonban mindkét esetben csak részképzést jelentett és M Sc fokozatot biztosított.

## 12. Az Ír Köztársaságban

A *Dublini Trinity College* [Trinity College in Dublin] szervezett posztgraduális orvostechikiai tanulmányokat, amelyik 370 órában 3 évig tartott és végül MSc fokozatot adott ki az „orvostechikiai és orvosi fizikai tudományokban” megjelöléssel.

## 13. Lengyelországban

Négy (4) műszaki egyetemen lehetett orvostechikiai tanulmányokat folytatni:

- A *Varsói Műszaki Egyetemen* [Warsaw University of Technology] az orvostechika oktatása már a 3. szemeszter után megkezdődött, miután a hallgatók elegendő matematikai és fizikai alapismeretekkel rendelkeztek

már. A 10. szemeszter végéig kb. 1200 órában hallgattak orvostechnikai témájú tantárgyakat is. 1988-ig csak MSc fokozatú gépészmérnöki diplomát kaptak, azóta „MSc fokozat a biokibernetikában és az orvostechnikában” megjelölésű diplomát vehettek át.

- A *Wroclawi Műszaki Egyetemen* [Wroslaw University of Technology] a második két és fél évben, tehát a tanulmányok 2. felében voltak orvostechnikai témájú kurzusok és a hallgatók itt is „MSc fokozat az orvostechnikában” megjelölésű diplomát kaptak.
- A *Gdanski Műszaki Egyetemen* [Gdansk University of Technology] és
- A *Gliwicei Szilázia Egyetemen* [Silesian University in Gliwice] az orvostechnikai oktatás az elektronikai (villamosmérnöki) mérnökképzés keretein belül történik.

## 14. Magyarországon

1992 óta több helyen volt orvostechnikai jellegű oktatás:

- a *Budapesti Műszaki Egyetem* Villamosmérnöki Karán is oktattak orvostechnikai tantárgyakat,
- a *Kandó Kálmán Műszaki Főiskolán* a Műszeripari és Automatizálási Intézet hallgatói választhattak orvostechnikai szakmai modult,
- a *Haynal Imre Egészségtudományi Egyetem* [HIETE] Egészségügyi Főiskolai Karán 1992-ben kezdődött meg a klinikai mérnöki szakirányú továbbképzés,
- a *Budapesti Műszaki Egyetem*, a *Semmelweis Orvostudományi Egyetem* és az *Állatorvosi Egyetem* közösen indított 1995-ben orvosbiológiai mérnökképzést,
- a *Veszprémi Műszaki Egyetemen* orvosi informatikát oktattak 1994 óta az informatikai mérnökképzés keretein belül.

Az említett magyar orvostechnikai jellegű képzésről részletesen beszámolunk a 9. fejezetben.

## 15. Nagy-Britanniában

Mint korábban említettük (a 7. fejezetben), már az 1960-as években elkezdődött az orvostechnikai oktatás. Az 1990-es években 11 olyan helyről kaptunk információt, ahol jelentős orvostechnikai képzés történt.

- Az *Aberdeeni Egyetemen* [University of Aberdeen] az egyetemi tanulmányok során annak, aki orvostechnikával („Biomedical

Engineering”) akart foglalkozni, megkívánt követelmény volt a BSc fokozat megléte a mérnöki, vagy fizikusi alaptudományokból és az élettudományok és az orvostudományok alapjainak ismerete is. Ha ez utóbbi kettő nem volt meg, akkor az orvostechinikai tanulmányok során kellett azokat megszerezni, de ezzel a tanulási időszak is jelentősen meghosszabbodott. – A nappali képzésben egy éves időtartamban, a levelező, vagy részképzésben két éves időtartamban pedig főleg orvosi elektronikával és információs technológiával foglalkoztak a hallgatók. A tanulmányok előadásokból, laboratóriumi gyakorlatokból és szemináriumokból álltak, ezek összegzett ideje 360 órát ért el, melyből legalább 160 óra fordítódott a gyakorlatokra. Jelentős önálló munkát és tanulást követelt meg az írásos „tézisek” (a mi fogalmaink szerint: a szakdolgozat, vagy diplomamunka) elkészítése is. Megfelelő színvonal esetén ez a dolgozat doktori fokozat (PhD) elérését is lehetővé tette és így az orvostechinikai jellegű tanulmányok akár több évig is eltarthattak.

- A *Londoni Egyetemen* [University of London] több helyen is volt már orvostechinikai képzés. A St. Bartholomew’s Hospital, mint egyetemi kórház is részt vett a képzésben és az orvosi elektronika területén 2 éves MSc fokozatú tanulmányokat szervezett. Itt a hallgatók közvetlenül klinikai gyakorlaton is részt vettek. Az előfeltételek és a képzés tartalma hasonló volt a már említett Aberdeeni formához, vagyis kb. 360 óra időtartamot jelentettek.
- A szintén a Londoni Egyetemhez tartozó *Birkbeck College* 1985-ben több intézet együttműködésével folytatott 2 éves részidejű orvostechinikai képzést. A képzésben a következő intézmények vettek részt: Birbeck College, Imperial College, King’s College, University College, Institute of Cancer Research, Institute of Laryngology, Institute of Ophthalmology.
- A *King’s College School of Medicine and Dentistry*-ben folyó posztgraduális képzéssel részletesen foglalkozunk majd a 8.2. fejezetben. Itt csak azt emeljük ki, hogy orvosegyetemen belül történt az orvostechinikai szakemberek posztgraduális képzése!
- A *Glasgow-i Strathclyde Egyetemen* [University of Strathclyde] egyéves MSc fokozatú és 3 éves PhD fokozatú orvostechinikai képzés volt, amelynek fő szakiránya inkább a biomechanika volt. Természetesen, itt is alapfeltétel volt a BSc fokozat megléte vagy a mérnöki, vagy a fizikusi alaptudományokból.

- A *Dundee Egyetemen* [University of Dundee] is hasonló jellegű orvostechnikai képzés volt, mint Glasgowban. Itt az MSc fokozatú képzés csak 1990-ben kezdődött el.
- Megemlítésre érdemes a *Sheffield University*-n folyó képzés, amelynek Medical Physics tanszéke a helyi kórház egyik középső szintjén van, ezzel is jelképezve, hogy a tanszék a kórház integráns része. A tanszék már bőven 2000 előtt működött.
- Orvostechnikai tanulmányokat kínáltak még a *Southamptoni Egyetemen* [University of Southampton], a *Surrey Egyetemen* Guilfordban [University of Surrey in Guilford], ahol nemcsak a mérnöki és fizikusi alapképzettségük számára ajánlottak orvostechnikai tanulmányokat, hanem az élettudományok, az orvostudományok és a paramedikális tudományok területén már fokozatot szerezettek részére is.
- A *Keele Egyetemen* [Keele University in Stoke-on-Trent] is változatos szakirányokban foglalkoztak orvostechnikai ismeretek oktatásával, itt már új szakirányok is jelentkeztek, mint a „kórházi mérnök”, a „kórházi fizikus”, vagy az „egészségügyi menedzser”.
- Főiskolai szinten a *Staffordi Műszaki Főiskolán* [Polytechnic in Stafford] volt már egyéves orvostechnikai kurzus az elektrotechnikai és elektronikai képzésen belül.

## 16. Németországban

Itt volt található a legtöbb helyen és a legváltozatosabb formában orvostechnikai képzés. Összességében 26 egyetemen és főiskolán foglalkoztak ennek a tudománynak az oktatásával.

Egyetemi szinten a klasszikus mérnöki tanulmányokon belül (például villamosmérnöki, gépészmérnöki, gyártástechnológiai, informatikai stb) az MSc fokozat elérésével orvostechnikai ismereteket oktattak:

- Szakjellegű képzésben [Vollstudium für Studienrichtung Biomedizintechnik] az alapozó (matematikai, természettudományos és mérnöki alapismeretek) képzés befejezése után legalább 3 éven (azaz 6 szemeszteren) keresztül
  - a *Berlini Egyetemen* [Technische Universität Berlin], és
  - az *Ilmenau Műszaki Egyetemen* [Technische Universität Ilmenau].

Mindkét helyen régi hagyományai voltak az orvostechnikai képzésnek. Míg Ilmenauban első sorban a villamosmérnöki alapidiploma megszerzése után lehetett orvostechnikai tanulmányokat folytatni, főleg az orvosi elektronika, a radiológia és

a képzőtechnikák, valamint az orvosi informatika irányában; addig Berlinben a gépészmérnöki alapidiploma megszerzése a feltétele ennek és itt inkább a biomechanika és a rehabilitációs technika került előtérbe.

Hasonló jellegű képzés volt még

- a *Chemnitzi Műszaki Egyetemen* [Technische Universität Chemnitz], ahol a teljes 4 és fél éves képzési időben foglalkoztak orvostechnikával és MSc in Biomedical Technology (Dipl. Ing. Biomedizintechnik) megjelölésű diplomát adtak ki;
- a *Heidelbergi Egyetemen, a Heilbronn Szakfőiskolával együttműködve* [Universität Heidelberg/Fachhochschule Heilbronn] 4 és fél éves szakképzést folytattak az orvosi informatika területén és ezen idő alatt orvostechnikai témájú tantárgyakat is oktattak. A diploma megjelölése: „M.Sc. in Medical Informatics [Dipl. Ing. Medizinische Informatik]”;
- a *Stuttgarti Egyetemen* [Universität Stuttgart] a gépészeti, műszaki kibernetikai és gyártástechnológiai képzés keretében nagyon intenzíven, 2 éven keresztül foglalkoztak az orvostechnika mechanikai jellegű szakterületeivel.

- Szakirányú, vagy ágazati jellegű képzés („Vertiefungsrichtung”) keretében

- a *Drezdai Műszaki Egyetemen* (Technische Universität Dresden) foglalkoztak az orvosi készüléktechnika oktatásával. Ez a képzési irány az egykori Drezdai Mérnök-képző Főiskolán (Ingenieurhochschule Dresden) kezdődött el és 1990 után így integrálódott az egyetemi képzés keretébe. Az alapképzés befejezése után a finommechanika szakon a 3. évben kezdődött meg és a 4. év végéig (4 szemeszteren keresztül) tartott az orvostechnika oktatása, ebből 12 különböző tantárgy volt és összességében 600 órát vett igénybe, ez a teljes képzési időnek kb. 20 %-a volt. Ezen kívül az 5. évben, a diplomatervezési időszakban is 120 óra terjedelemben lehetőség volt szabadon választani a megajánlott 22 orvostechnikai témájú előadássorozat közül;
- a *Rostocki Egyetemen* (Universität Rostock) viszont a gépészmérnöki képzés keretében foglalkoztak biomechanikával.

- További egyetemeken is oktattak orvostechnikai témájú tantárgyakat („Schwerpunktstudium”) a képzési idő második felében egy-két éves időtartamban. Ezek aránya azonban nem érte el az összárszám 10 %-át sem, de a hallgatók választhattak orvostechnikai témájú diplomamunkát is. (De nem kaptak speciálisan orvostechnikai megjelölésű diplomát!):



- az *Aacheni Műszaki Főiskolán* [Helmholtz Institut für Biomedizinische Technik im Neuklinikum der „Rheinisch-Westfälischen Hochschule Aachen],
  - a *Bochumi Egyetemen* [Ruhr-Universität Bochum],
  - az *Erlangen-Nürnbergi Egyetemen* [Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg],
  - a *Hamburgi Műszaki Egyetemen* [Technische Universität Hamburg-Harburg],
  - a *Karlsruhei Egyetemen* [Universität Karlsruhe],
  - a *Müncheni Műszaki Egyetemen* [Technische Universität München],
  - a *Giesseni Egyetem Orvosi Fakultásán* [Justus-Liebig-Universität Giessen],
  - a *Saarlandi Egyetem Informatikai Karán* [Universität des Saarlandes in Homburg].
- Rendkívül figyelemreméltó posztgraduális orvos- és kórháztechnikai képzés volt
    - a *Hannoveri Orvosi Főiskolán* [Medizinische Hochschule Hannover], ahol bármelyik egyetemen, vagy műszaki főiskolán végzett, már fokozattal rendelkező mérnökök egy 4 (négy) szemeszteres továbbképzés keretében másoddiplomát (MSc fokozatot) érthettek el és megkezdhették doktori (PhD) tanulmányaikat is. – Szakfőiskolát (Fachhochschule-t) végzeteket erre a továbbképzésre nem vettek fel! A két féléves továbbképzés során egyénileg ajánlottak a részt vevőknek – az alapképzettségükhöz mértén – különböző orvostechinikai tanulmányokat, melyeket többnyire előadások látogatásával, önálló irodalomkutatással, dolgozatok (tanulmányok) megírásával és egyéni kutatási témák kidolgozásával teljesíthettek.

Ez a fajta továbbképzés azért is jelentős, mert, egy – alapjában véve – orvosi képzést biztosító helyen megmutatta, hogy hogyan lehet műszaki jellegű orvostechinikai továbbképzést lefolytatni.

- Európában a legszerteágazóbb szakfőiskolai (BSc fokozatú) képzés Németországban volt ezidőtájt. Ennek során főleg két szakterületen történt képzés:
  - az orvostechinikai („Medizintechnik”) megjelölésű szakirány, de az inkább gyakorlati érdeklődésű „klinikai mérnöki”, vagy „orvostechinikai szervizmérnöki” területeknek felelt meg,
  - vagy a kifejezetten a kórházüzemeltetői szakirányban („Krankenhausbetriebstechnik”).

- Mindegyik szakfőiskolán úgynevezett teljes jellegű képzés („Vollstudium”) volt az orvostechnika széles területén általában 8 szemeszteren keresztül (csak egyetlen helyen volt már akkor 7 szemeszteres képzés).

Ennek során a hallgatók először egy alapképzésben („Grundstudium”) részesültek az első 2, vagy 3, vagy 4 szemeszter során. Az alapképzés főleg a természettudományok és a mérnöki alapismeretek területére terjedt ki, de tartalmazhatott már biológiai-orvosi alapismereteket és orvostechnikai alapismereteket is. Ezek aránya a Giesseni Szakfőiskolán:

- természettudományok (matematika, fizika, kémia, számítástechnika): kb. 33 %,
- mérnöki alaptudományok (gépészeti ismeretek, elektrotechnika): kb. 30 %,
- orvostechnikai alapismeretek: kb. 15 %,
- biológiai-orvosi alapismeretek: kb. 10 %,
- nem-műszaki (szociológiai, közgazdasági stb) tantárgyak: kb. 12 %.

Az alapképzés általában más mérnöki szakokkal együttesen is magvalósult.

Az úgynevezett fő képzési irányban („Hauptstudium”) a 3. vagy 4. vagy 5. szemesztertől kezdve történt a szakirányú tantárgyak oktatása, kiegészítve a megfelelő számú gyakorlatokkal. Itt jegyezzük meg, hogy a német szakfőiskolákon a tanulmányok közben általában egy féléves szakmai gyakorlat („Berufpraktisches Semester”) is volt, melyet külső munkahelyeken (például kórházakban, vállalatoknál, mérnöki tervező irodákban stb) töltöttek a hallgatók. A lehetőség szerint ezen fő képzési szakaszban kellett áttekintést szereznie a hallgatónak a szakma teljes ismeretanyáról. Ennek során voltak kötelező és választható tantárgyak is. Ezek felsorolása olyan széleskörű volt és annyira változó (képzési helyektől is függően), hogy meghaladja ezen tanulmány kereteit.

Az eredményes képzés végén a hallgatók a BSc fokozatnak megfelelő (de németül: Dipl.-Ing.(FH)) megjelölésű diplomát kaptak.

A továbbiakban felsoroljuk azokat a Szakfőiskolákat, ahol orvostechnikai (klinikai mérnöki, vagy szervizmérnöki) képzés történt:

- az *Aachen-Jülichi Szakfőiskolán* [FH Aachen, Abteilung Jülich],
- az *Anhalt/Kötheni Szakfőiskolán* [FH Anhalt/Köthen] főleg informatikai jelleggel,
- a *Berlini Szakfőiskolán* [FH Berlin],
- a *Hamburgi Szakfőiskolán* [FH Hamburg],
- a *Jénai Szakfőiskolán* [FH Jena], főleg a mechanikai és optikai orvosi műszerek vonatkozásában),
- a *Müncheni Szakfőiskolán* [FH München], inkább finommechanikai jellegű,
- az *Ulmi Szakfőiskolán* [FH Ulm],

- a *Zwickau Műszaki és Gazdasági Főiskolán* [Hochschule für Technik und Wirtschaft Zwickau],
- a *Wilhelmshaveni Szakfőiskolán* [FH Wilhelmshaven], elsősorban a készüléktechnika területén.

Kifejezetten kórházüzemeltető mérnököket (Krankenhaus-betriebstechnikingenieur”) képeztek:

- a Braunschweig-Wolfenbütteli Szakfőiskolán [FH Braunschweig-Wolfenbüttel].

Mind orvostechikai, mind kórházüzemeltető mérnöki képzés volt

- a Lübecki Szakfőiskolán (FH Lübeck) és
- a Giesseni Szakfőiskolán (FH Giessen-Friedberg, Fachbereich Technisches Gesundheitswesen). Erről a képzésről, amelyik mint „giesseni modell” ismeretes a világban, részletesen szólunk majd a 8.4. fejezetben.

## 17. Norvégiában

Egy egyetemen és egy műszaki főiskolán volt orvostechikai képzés:

- A *Trondheimi Egyetemen* [University of Trondheim] a Műszaki Fizika tanulmányokat folytató hallgatók választhattak egy kétéves orvostechikai kurzust, amelyik végül is MSc fokozatú „általános mérnök” megjelölésű diplomát adott ki.
- A *Stavangeri Műszaki Főiskolán* [Hogskolesenteret i Rogaland] a hallgatók az elektrotechnikai alapképzés után kaptak kisebb lehetőséget egy évig tartó orvostechikai tanulmányok folytatására. A kapott diploma BSc fokozatú villamosmérnöki diplomának felelt meg.

## 18. Olaszországban

Orvostechikai képzés 14 különböző egyetemen volt az 1990-es években és mindegyik helyen MSc fokozatú oklevelet adtak ki. Ezeket a speciális kurzusokat általában az öt éves időtartamú villamosmérnöki tanulmányokon belül ajánlották egy, vagy két éven keresztül a tanulmányok második felében. Előnyös volt az informatikai, telekommunikációs és elektronikai alapképzettség.

- A *Nápolyi Egyetemen* [University of Naples, Università degli Studi di Napoli] voltak a legrégebbi hagyományai az orvostechikai képzésnek. Itt a fő szakterület az orvosi elektronika és a biológiai jelek adatfeldolgozása volt, mellyel 60 óra előadás és 20 óra gyakorlati szemináriumon foglalkoztak.

További egyetemek, ahol orvostechikai ismereteket oktattak:

- az *Anconai Egyetem* [University of Ancona, Università degli Studi di Ancona],
- a *Bolognai Egyetem* [University of Bologna, Università degli Studi di Bologna],
- a *Cosenzai Egyetem* [University Cosenza, Università della Calabria],
- a *Firenzei Egyetem* [University of Florence, Università degli Studi di Florence],
- a *Genovai Egyetem* [University of Genoa, Univerita degli Studi di Genova],
- a *Padovai Egyetem* [University of Padua, Università degli Studi di Padova],
- a *Palermoi Egyetem* [University of Palermo, Università degli Studi di Palermo],
- a *Pavia Egyetem* [University of Pavia, Università degli Studi di Pavia],
- a *Pisai Egyetem* [University of Pisa, Università degli Studi di Pisa],
- a *Római Egyetem* [University of Rome, Università degli Studi di Roma],
- a *Trieszti Egyetem* [University of Trieste, Università degli Studi di Trieste],
- a *Milánói Műszaki Egyetemen* [Politecnico Milan] és
- a *Torinoi Műszaki Egyetemen* [Politecnico Tirino] az orvostechikai tantárgyakat a mechanikai fakultás keretein belül oktatták.

Néhány egyetemen (például Bolognában és Nápolyban) lehetőség volt arra is, hogy már diplomás mérnökök, vagy fizikusok, de még orvosok is (!) kiegészítő tanulmányokat folytassanak az orvostechika területén.

Olaszországban rendkívül élénk a klinikai mérnökök tevékenysége is. Ehhez a címhez MSc fokozatú diploma és meghatározott idejű kórházi gyakorlat volt szükséges.

## 19. Portugáliában

A *Lisszaboni Nemzeti Népegészségügyi Iskola* [Escola Nacional de Saude Publica, Lisboa] rendezett posztgraduális továbbképzést az „egészségügyi mérnöki” szakterületen belül. Ide diplomás villamosmérnökök, gépészmérnökök, vagy vegyészmérnökök jelentkeztek. A képzés teljes időtartama 930 órát tett ki, amelyből 146 óra az orvostechikai modul. A végzett hallgatóknak szakmérnöki oklevelet adtak ki.

## 20. Spanyolországban

Négy (4) helyen volt intenzív orvostechnikai képzés.

- A *Barcelonai Műszaki Egyetemen* [University of Barcelona, illetve Universitat Politècnica de Catalunya] kétfajta lehetőség is volt. Az ETSETB rövidítésű intézetben (ez a Telekommunikációs Intézetnek felel meg) az ötéves képzési idő utolsó évében 160 órában oktattak orvostechnikai ismereteket. Ez nem adott ki speciális megjelölésű címet, csupán egy ágazati jellegű képzésnek felelt meg.
- *Posztgraduális jelleggel* szintén a *Barcelonai Műszaki Egyetemen* már BSc fokozattal rendelkező mérnökök, vagy fizikusok, valamint orvosok (!) részére tartottak részidejű formában két éves időtartammal kiegészítő képzést (vagyis a foglalkozások többnyire a délutáni és az esti órákban voltak). Kétfajta oklevél megnyerésére volt lehetőség. Az úgynevezett *posztgraduális klinikai mérnöki diploma* megszerzéséhez 22 kreditet (egy kredit 10 órai tanulmányoknak felelt meg) és 80 óra kórházi gyakorlatot kellett teljesíteni. Aki *posztgraduális orvosbiológiai mérnöki diplomát* akart megszerezni, annak 23 kredit volt szükséges ehhez, illetve lehetősége volt még egy további „mester” fokozat elnyerésére is 45 kredit esetén. Ezért a képzéséért a Kibernetikai Intézet volt a felelős.
- A *Madridi Műszaki Egyetemen* [Universitat Politècnica de Madrid] a Telekommunikációs Intézet [ETSITM] keretein belül hasonló jellegű képzés volt, mint a barcelonai intézetben.
- A *Valenciai Műszaki Egyetemen* [Universitat Politècnica de Valencia] viszont szintén posztgraduális jellegű képzés volt, csak itt teljes idejű formában és egy évig tartott. Az elnyert fokozat: MSc és „biomechanikai” megjelöléssel.

## 21. Svájcban

Három (3) helyen volt lehetséges ebben az időben orvostechnikai tanulmányokat folytatni:

- A nagyhírű *Zürichi Műszaki Egyetemen* [Eidgenössische Technische Hochschule Zürich] a *Zürichi Egyetemmel* [Universität Zürich] együttesen (azaz *ETH/Universität Zürich* megjelöléssel) tartottak egy éves orvostechnikai kurzust a villamosmérnöki, gépészmérnöki, informatikai, fizikusi és természettudományos képzés keretein belül. A hallgatók MSc fokozatú mérnöki („Dipl.-Ing.”) megjelölésű diplomát kaptak.
- A *Lausanne-i Műszaki Egyetemen* [Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne] a már MSc fokozattal rendelkező mérnökök számára tartottak posztgraduális orvostechnikai képzést, ami nem adott ki külön fokozatot, de megfelelt a másoddiplomának. (Hasonló posztgraduális képzést terveztek ezidőben Zürichben is.)

- A *Buchs-i Szakfőiskolán* [NEU-Technikum Buchs Interstaatliche Ingenieurschule] a BSc fokozatú alapidiploma megszerzés után egy éves képzés formájában tartottak orvostechikai képzést. Az így végzett hallgatók „orvostechikai szakmérnök” címet kaptak, de ez továbbra is csak a BSc fokozatot jelentette számukra.

## 22. Svédországban

Három (3) helyen volt ebben az időben orvostechikai képzés:

- A *Stockholmi Karolinska Egyetem* [Medical Faculty in Karolinska Institute], a Huddingeni Egyetemi Kórház Klinikai Mérnöki Osztályával és a Királyi Műszaki Intézettel [Royal Institute of Technology] együttműködve egy (1) éves képzést ajánlott orvostechikai témákból. Ez a 4 éves mérnöki tanulmányok részét képezte. De csak kevés hallgató (évente csak néhány) vállalta az orvostechikai témájú szakdolgozatot.
- A *Lundi Egyetemen* [Lund University] is volt orvostechikai kurzus. Itt előkövetelmény volt, hogy a hallgatók előtanulmányokkal rendelkezzenek az a/ Orvosi ismeretek mérnököknek, illetve b/ Villamos mérés-technika témakörökben. A speciális kurzus 42 elméleti és 20 óra gyakorlati munkát tartalmazott.
- A *Linköpingi Egyetemen* [Linköping University, Tekniska Högskolan i Linköping] mind biomedikai, mind klinikai mérnökök képzése volt. Ez a képzés is a villamosmérnöki tanulmányok keretében történt a két éves alapképzési szakasz után újabb két év időtartamban. A tananyag biológiai, anatómiai, fiziológiai és orvostechikai ismereteket mintegy 80 órában tartalmazott. Ezen kívül speciális tanfolyamok is voltak a különböző orvostechikai szakterületekről, mint például biomedikai átalakítók (érzékelők), egészségügyi biztonságtechnika, karbantartási és beszerzési technika stb. Ezekhez járult még egy 3–6 hónapos kórházi gyakorlat, melynek során a hallgatók együtt dolgoztak az egészségügyi szakszeméllyel.

## 23. Szlovéniában

A Ljubljana-i Egyetemen [University of Ljubljana] a négy éves villamosmérnöki tanulmányokon belül volt egy éves időtartamban orvostechikai oktatás. (Az 1990-es évek háborús eseményei miatt ezen a területen – sajnos – nem ismertünk meg több adatot erről a képzésről.)

## 8.2. A Londoni Egyetem Orvosi Fakultásának (King's College School of Medicine and Dentistry, University of London) integrált orvostechnikai és orvosi fizikai posztgraduális képzése<sup>30</sup>

Az 1990-es években az Egyesült Királyságban, azaz Angliában a természettudományok művelője – akár fizikus, akár mérnök végzettséggel rendelkezett is – volt az egyetlen diplomás szakember az egészségügyben, akinek az alkalmazás előfeltételeként nem volt kötelezően előírva szakmai követelményrendszer. *(Azóta nincs információnk arról, hogy ez a helyzet megváltozott volna, de ez teljesen hasonló volt a magyarországi helyzethez is!)* A szakmán belüli nyomás, valamint az egészségügyi műszaki szakterületek magas minőségi színvonalának és specializációjának folyamatos növekedése elvezetett ahhoz az igényhez, hogy az egészségügyön belül a természettudományok művelői számára is legyen egy megfelelően elfogadott (akkreditált) elméleti és gyakorlati képzés.

A Királyi Orvosi Fakultáson (King's College School of Medicine and Dentistry) kidolgoztak egy olyan képzési tervet, amelyik integrálja a részidős MSc képzést egy két éves gyakorlati periódussal. Céljuk ezzel az volt, hogy az egészségügyben dolgozó mérnökök és fizikusok megfeleljenek a kórházak, klinikák *gyakorlati* követelményeinek. (Vagyis ez a fajta képzés inkább a *klinikai mérnöki* képesítési követelményeknek felel meg!)

Ez a képzés két éves időtartamú és moduláris egységekből épült fel. A modulok megfelelő megválasztásával 30 féle változat volt lehetséges – a piaci igényeknek megfelelően.

A posztgraduális képzés alapvető természete, hogy képesítést kell adnia. Ennek az MSc fokozatú képzésnek lényege volt, hogy minden hallgató számára adott egy bevezetést az orvostechnika („medical engineering”) és az orvosi fizika alapjaiba és ezzel egyidejűleg lehetőséget is adott a specializálódásra az orvostechnika, vagy az orvosi fizika egy meghatározott területén. Ennek megfelelően a képzés első évében a hallgatók alapozásban részesültek a teljes területen. A témakörök (tantárgyak) magukban foglalták mindenek előtt az emberre vonatkozó ismerteket (az anatómiát és a fizioiógiát) és a biológiai tudományok alapismereteit. Ezeket a tantárgyakat, amelyek az első év anyagának csaknem felét felölelték, az orvostan hallgatókkal együtt hallgatták és lényegében ugyanazt az alapozást kapták a posztgraduális hallgatók, mint az orvosjelöltek (!).

Az emberi-biológiai tudományok szilárd megalapozásán túl a hallgatók oktatásban részesültek az analitikai módszerekről (számítástechnikai módszerek és

---

<sup>30</sup> A [10.] és [48.] irodalom alapján

orvosi statisztika), továbbá alapoztak az orvosi fizika és az orvostechnikai témákból (vagyis: a sugárzásfizikából és az orvosi elektronika alapjaiból). Ez utóbbi tantárgyak azt biztosították, hogy bármilyen területen is fognak dolgozni a későbbiekben a hallgatók, biztos szakmai háttérük lesz. Ez rendkívül jelentős számukra a következő három ok miatt:

- 1.) megtanulták az orvostechnika tudományának szemléletmódját, és megismerték annak az első, eredeti végzettségüktől eltérő sajátosságait;
- 2.) ez a későbbi években megfelelő flexibilitást biztosított számukra az esetleges – a piaci igényektől és lehetőségektől függő – szakmai irányváltásban;
- 3.) megismerték azt a szükséges tudásbázist, amelyik az esetleges tudományos munkához szükséges.

A második évben a hallgatók olyan tantárgyak között választhattak, amelyek három fő irányba tartoztak:

- a) Az orvosi fizika szakirányhoz tartozó tantárgyak: radioterápia, az orvosi képalkotás folyamata, sugárvédelem.
- b) Az orvostechnikai („klinikai mérnöki”) szakirány tantárgyai: orvostechnikai eszközök és készülékek, biológiai rendszerek mechanikája, rehabilitációs technika, orvostechnikai tervezés, az ember szerkezeti biomechanikája.
- c) Az alkalmazott klinikai tudományok szakirány tárgykörei: a szenzoros érzékelés: látás és hallás, bioszenzorok, fiziológiai szabályozás, orvosi informatika, alkalmazott hemodinamika.

Az első kettő szakirány tartalmazta az orvosi fizika, vagy orvostechnika „hagyományos” tananyagaiban megtalálható elemeket. A harmadik szakirány több „szokatlan” modult tartalmazott, amelyek azokat vonzották, akiknek érdeklődése szélesebb körű volt, vagy jobban orvosi (klinikai) vonatkozású. Ez inkább már a kutató tevékenység felé orientált, megfelelt a hagyományosan „orvosbiológiai szakmérnök” területnek. – Mindegyik szakirány modulokból állt, amelyek összesen 2 és ½ kredit egységet tartalmaztak. A hallgatóknak legalább 2 kredit egységet kellett sikeresen teljesíteniük. Az akkreditációs követelményeknek megfelelően mindegyik hallgatónak el kellett sajátítania vagy az orvosi képalkotás, vagy az orvostechnikai eszközök és készülékek tananyagát.

A képzés utolsó eleme egy projekt („szakdolgozat”) elkészítése volt, amelyik a diploma elfogadásához kellett.

Az oktatás legnagyobb része órarend szerint történt, hetenként egy teljes napon és két estén, az egyetemi időszakok folyamán. Néhány második évfolyami modul heti blokk formájában jelent meg. A hallgatók idejének fennmaradó része rendelkezésükre állt a normál munkájuk végzéséhez, vagy a gyakorlati oktatás egy-egy periódusához. A Királyi Orvosi Fakultás Orvostechnikai és Orvosi Fizikai Tanszéke regionális koordinációs központként működött, amelyik gyakorlati oktatást



biztosított mind az NHS [National Health Service], tehát az egészségügyi szolgálat kórházaiban, mind az egyetemi klinikákon. De biztosíthatott gyakorlatot egy sor más, nemzeti szinten akkreditált központban is.

A gyakorlati képzés is egy általános bevezető szakasszal indult, amely ez esetben 18 hetes volt. Ezen kezdeti periódus folyamán a gyakornokot bevezették mindazon tevékenységekbe, amelyeket az orvostechnikai (vagy klinikai) mérnöki tevékenységek és az orvosi fizika felölelnek. Ennek során egy, vagy két hetes periódusokban beosztották őket mindegyik tudomány-, illetve szakágazathoz (például nukleáris medicina, sugárvédelem, radioterápia, orvostechnikai eszköz gazdálkodás, orvostechnikai eszközök tervezése, rehabilitációs technika stb).

A gyakorlat következő fázisában, majd az ezt követő konzultációk során, melyet a hallgató a kijelölt konzulensével, vagy felügyelő oktatójával tartott, a gyakornok három, egyenként hat hónapos gyakorlat-blokkból választhatott, melynek során a szakterület egy-egy fő szakirányában elmélyült munkára koncentrált (tehát vagy az orvosi fizika szakirányban, vagy a klinikai mérnöki szakirányban, vagy a klinikai alkalmazások szakirányban). Ily módon az a hallgató, aki például az orvosi fizikai blokkot választotta, gyakorlati blokkjait a radioterápia, a nukleáris medicina, és a sugárvédelem területén töltötte el. Aki a klinikai mérnöki szakirányt választotta, az az orvosi készülékes szolgálat, a készüléktervezés és a számítástechnika területén tölthette el gyakorlati idejét. Ebben a fázisban a hallgatók inkább egy-egy részterületen mélyültek el, a túl átfogó területek választását nem ajánlották. A gyakorlati munka végső fázisa egy projekt megvalósítása, vagyis a szakdolgozat elkészítése volt. Ennek olyan szakmai színvonalúnak kellett lennie, hogy eleget tegyen az MSc fokozat elnyerési feltételeinek.

Ezt a fajta, gyakorlattal kombinált posztgraduális képzést 1993/94-ben kezdték el az Egyesült Királyságban. Az első tapasztalatok a következőket mutatták:

- a) A klinikai mérnöki, vagy orvosi fizikai szakmai elismertséghez az alapvető követelményeket a szakmai társaságok (egyesületek) véleményének kikérésével és azok tevékeny közreműködésével kell megállapítani.
- b) A megfelelő színvonalú szakirányú szakmai tudást posztgraduális képzés keretében lehet megszerezni, aminek alapja a mérnöki, vagy fizikusi alapidiploma megléte.
- c/ Az elméleti képzést ki kell egészíteni egy erős gyakorlati képzéssel is (azaz kórházi, vagy klinikai gyakorlattal).
- d) A posztgraduális képzés során is biztosítani kell a legszélesebb választási lehetőséget (flexibilitást), mert csak ez lehet alapja a piacorientált képzésnek.

### 8.3. A Patrasi Egyetem (Görögország) Biomérnöki és Orvosi Fizikai Európai Tanfolyama<sup>31</sup>

A görögországi Patrasi Egyetemet [University of Patras] 1964-ben alapították. 1996-ban kb. 14.000 diákja volt, az oktató személyzet létszáma akkor 850 fő volt. Az oktatás 4 fakultáson történt:

- Természettudományok Fakultása,
- Mérnöki Tudományok Fakultása,
- Egészségtudományok Fakultása,
- Emberi és Szociális Tudományok Fakultása.

A fakultásokon (magyar értelmezésben: karokon) belül különböző osztályok (inkább ezek felelnek meg a magyar „tanszék” fogalmának) működtek, ezeken belül pedig különböző szakcsoportok, részlegek, amelyek az egyes szakterületek oktatási feladatait látták el. Az osztályokon belül még különböző laboratóriumok is szerveződtek, amelyek a gyakorlati oktatás és kutatás feladatait látták el. Egy-egy ilyen laboratórium több szakcsoport oktatási tevékenységét is elősegíthette.

A Mérnöki Tudományok Fakultásán belül 6 osztály (mérnöki szakterület) működött:

- vegyészmérnöki,
- általános mérnöki (építészet, infrastruktúra, közlekedési, környezetvédelmi stb),
- számítástechnikai és informatikai,
- villamosmérnöki és alkalmazott számítógépmérnöki,
- gépészmérnöki (mechanikai), és
- a mérnöki alaptudományok (alkalmazott matematika és fizika) osztálya.

Az Egészségtudományi Fakultáson belül 3 osztály működött:

- orvostudományi,
- gyógyszerészeti osztályok, és az
- orvosi fizikai osztály, melyhez tartoztak az interdiszciplináris tanulmányi programok is.

Az interdiszciplináris tanulmányi programokban is kétféle lehetőség volt:

- az orvosi fizikai és
- az orvosbiológiai technológiai (magyar értelmezés szerint: orvostechnikai, vagy klinikai mérnöki) tanulmányok.

Az orvosi fizikai szakterületen 1993-ban indult meg a képzés, míg az orvosbiológiai technológiai szakterületen 1994-ben. Ezekben az interdiszciplináris

---

<sup>31</sup> A [35.] irodalom alapján

tanulmányokban való részvétel feltétele, hogy a részt vevők már rendelkezzenek legalább BSc fokozattal a fizikai, vagy mérnöki tudományok területéről.

A képzés ideje: 4 szemeszter. Az első kettő szemeszterben a választott interdiszciplináris szakhoz szükséges alapismeretek megszerzése a cél, míg a második két szemeszter teljesen hasonló a nemzetközi Erasmus-tanfolyam képzéséhez. A képzés nyelve: angol (!). A tanulmányok befejezése után a hallgatók MSc fokozatú oklevelet kaptak az „orvosi fizikai”, vagy az „orvosbiológiai technológiai” tudományokban és tanulmányaikat tovább folytathatták posztgraduális formában a doktori (PhD) fokozat elnyeréséért.

Az Erasmus Program [Erasmus Project No. ICP-90-G-0016] keretében 1990-ben kezdődött tanfolyam az orvostechinikai és az orvosi fizika szakterületeken 26 európai ország részvételével (*Magyarország nem volt közöttük!*). Ennek során a Görög Kormány és a Patrási Egyetem gondoskodott a képzés anyagi feltételeinek (épületek, helyiségek, felszerelések, folyamatos üzemeltetés stb) megteremtéséről és az Európai Unió Erasmus Programja az oktatást a Patrási Egyetem részéről az Orvosi Fizikai Tanszék [Department of Medical Physics] koordinálta, de részt vett benne az Orvostudományi Tanszék, a Villamosmérnöki és Számítógéptechinikai Tanszék, a Számítógéptechinikai Tanszék, az Orvostechinológiai Intézet [INBIT: Institute of Biomedical Technology] és az Egyetemi Kórház is. Az oktatás nyelve az angol volt.

A képzés két szemeszterből állt és az első szemeszter három (3) darab egy-egy hónapig tartó modulból épült fel. Ez a szemeszter közös volt mind az orvosi fizika (medical physics, MP), mind az orvostechinika (biomedical engineering, BME) szakok részére és az orvostechinikai alapismereteket ölelte fel. – A második szemeszter négy (4) db modulból állt, melyek mind az orvosi fizika (MP), mind az orvostechinikai (BME) szakok részére mások voltak és már speciális ismereteket tartalmaztak.

Az oktatás szeptember végén kezdődött és április végéig tartott. Minden modul első három hetében voltak az elméleti foglalkozások, rendszerint négyórás előadások formájában, többnyire délelőttönként és a laboratóriumi gyakorlatok pedig inkább a délutáni órákban voltak. A negyedik héten a hallgatók írásbeli vizsgát tettek a modul anyagából. Lehetőség volt az írásbeli vizsgák csökkentésére úgy, hogy a hasonló témájú modulok tananyagát összevonva egyszerre lehetett írásbeli tesztet készíteni. A hallgatók minden tantárgy (részmodul) anyagából 1-től 10-ig terjedő érdemjegyet kaptak. Az eredmény akkor volt elfogadható, ha a hallgató legalább „5” érdemjegyet ért el (Ez a magyar elégséges (2) osztályzatnak felelt meg). Végül minden hallgató kapott egy „bizonyítványt”, amelyik igazolta részvételét ezen a tanfolyamon a tanult tantárgyak és az elért eredmények felsorolásával. Ezt a bizonyítványt azután minden ország a saját szabályainak megfelelően érvényesíthette és adhatta meg rá a megfelelő elismerést (fokozatot).

A képzés tartalma a következő volt:

Az első félévben a közös tantárgyak:

1. modul (47 óra előadás + 30 óra gyakorlat, összesen 77 óra):
  - Mechanika, hőtan, akusztika és optika az orvostudományban
  - Biomedikai statisztika
  - Biokémia – Biológia
  - Anatómia
2. modul (72 óra előadás + 15 óra gyakorlat, összesen 87 óra):
  - Elektromosság az orvostudományban
  - Villamos mérések
  - Fiziológia
  - Emberi betegségek (patofiziológia)
3. modul (62 óra előadás + 33 óra gyakorlat, összesen: 95 óra)
  - Orvosi elektronika
  - A jelfeldolgozás alapjai
  - Nemvillamos jelek mérése
  - Fiziológiai rendszerek modellezése

Az 1. félévben tehát 181 óra elmélet + 78 óra gyakorlat, összesen 259 óra volt 3 hónap alatt.

A második félévi tantárgyak az orvostechnikai (BME) szak hallgatói részére:

- 4E. modul (74 óra előadás + 24 óra gyakorlat, összesen 98 óra):
  - Az izomszövetek és a mozgásszervek mechanikája
  - A mechanikai válaszjelek modellezése
  - A vérkeringés mechanikája
  - Vérkompatilis anyagok és mesterséges szervek
  - Rehabilitációs technika
- 5E. modul (49 óra előadás + 41 óra gyakorlat, összesen 90 óra):
  - Membránok termodinamikája
  - Klinikai laboratóriumi eszközök
  - Ultrahangtechnika
  - Mikroelektronika és bioérzékelők
- 6E. modul (56 óra előadás + 24 óra gyakorlat, összesen 80 óra):
  - Orvosbiológiai jelek feldolgozása,
  - Alakfelismerés.
  - Orvosi képfeldolgozás: Műszerek és mérések.
  - Orvosi képfeldolgozás: Képprocesszálas és analízis.
- 7E. modul (44 óra előadás + 24 óra gyakorlat, összesen 68 óra):
  - Érzékelő és motorikus jelek.

- Intenzív őrzőrendszerek.
- Szakértő rendszerek az orvostudományban.
- A klinikai mérnökség alapelvei.

A második félévi tantárgyak az orvosi fizika (MP) szak hallgatói részére:

4P. modul (68 óra előadás + 21 óra gyakorlat):

- Anyag és sugárzás kölcsönhatása
- Dozimetria és detektorok
- Sugárzásbiológia
- Kiváltott potenciálok elmélete
- Lézersugárzás az orvostudományban
- Egészségügyi rendszerek szervezése és menedzsmentje
- Az orvosi informatika alapelvei

5P. modul (54 óra előadás + 36 óra gyakorlat, összesen 90 óra):

- A diagnosztikai radiológia fizikája
- Ultrahangtechnika
- A nukleáris orvostudomány fizikája
- Nukleáris orvostudomány (Minőségbiztosítás)

6P. modul (62 óra előadás + 21 óra gyakorlat, összesen 90 óra):

- Mágneses rezonanciás képfeldolgozás (MRI) és spektroszkópia
- Orvosi képfeldolgozás: képprocesszálas és analízis
- Teleterápia: fotonsugárzások
- Teleterápia: elektronsugárzások
- A radioterápia sugárzásbiológiai alapelvei

7P. modul (57 óra előadás + 15 óra gyakorlat, összesen 72 óra):

- A radioterápia fejlődési irányzatai
- Hipertéria (hőterápiás kezelések hatásai)
- Fénysugárzás és a nehéz részecskéjű sugárzások
- Minőségbiztosítás a radioterápiában
- Lassúterápiás kezelések
- Sugárvédelem
- Neminvazív technikák a test összetevők tanulmányozására

Választható még:

- Lézersugárzás az orvostudományban
- Egészségügyi rendszerek szervezete és menedzsmentje
- Orvosi informatika

A 7 hónapos tanfolyam időtartama tehát megközelítőleg 600 órás elfoglaltságot jelentett a hallgatónak, azaz kb. heti 20 kontakt órát és ezen felül is az önálló tanulásra is kellett legalább ennyi időt fordítani. Az egyes témákhoz tartozó gyakorlatok az elméleti anyag jobb megértését, vagy gyakorlati alkalmazását segítették elő. Ennek számos formája létezett: alkalmazási példák ismertetése,

számítási feladatok megoldása, mérési gyakorlatok kivitelezése, kórházi látogatások, bemutatók, vagy ténylegesen kórházban megvalósított mérések kivitelezése.

A bemutatott tematikus összeállításból nyilvánvaló, hogy míg az orvostechika (BME) szakon első sorban az emberi szervezettel kapcsolatos mérési problémák és az ehhez illeszkedő eszközök, műszerek, készülékek megismertetése volt az oktatás célja, addig az orvosi fizika (MP) szakon az emberi szervezetet érő sugárzások fizikai alapelveinek és hatásainak megismerése és ennek készülékes megvalósítása volt az oktatás célkitűzése.

A tanfolyam oktatói között az Erasmus Programban részt vevő nemzetek képviselőt találhattuk meg, egy-egy oktató egy modul időtartamáig (max. 4 hétig) tartott foglalkozásokat. Ily módon nemcsak a részt vevő diákok, hanem az oktató személyzet is több (sok) nemzet képviselőiből tevődött össze. Nagyon kellemetlen nekünk, magyaroknak megjegyezni, hogy a 26 európai ország és ezen belül Lengyelország, Bulgária és Románia képviselői között nem lehettünk ott, annak ellenére, hogy a Projekt Koordinátor többször (!) is járt Magyarországon, de a hivatalos szervek részéről mindig visszautasításban részesült.

#### 8.4. A németországi Giesseni Szakfőiskola [Fachhochschule Giessen-Friedberg] orvostechnikai képzési rendszere

A Giessen-Friedbergi Szakfőiskolát [Fachhochschule Giessen-Friedberg] 1971-ben alapították az egykori Ingenieurschule (Mérnökiskola, azaz magyar értelmezés szerint: technikumi szintű szakképző iskola) utódaként. Alapítását Németországban (akkor még NSZK, azaz Német Szövetségi Köztársaság) az 1970. évi „Szakfőiskolai Törvény” tette lehetővé, amelyik a gyakorlati jellegű műszaki szakemberek képzését felsőfokú szintre emelte. (Itt jegyeznék meg, hogy Magyarországon ez a fajta képzés 1963-ban úgynevezett „felsőfokú technikum” szinten, majd 1969-től (!) kezdve műszaki főiskolai szinten kezdődött meg. Az orvostechnikai ismeretek oktatását pedig már 1969-ben kezdték megszervezni a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskolán, tehát egy évvel a németországi képzés megindulása előtt!)

Már a Szakfőiskola megalakulása előtt egy évvel, 1970-ben új típusú képzés kezdődött három szakirányban:

- az orvostechnika (Biomedizintechnik – BMT) területén,
- a kórházüzemeltetés (Krankenhausbetriebstechnik – KBT) területén,
- a környezetvédelmi és higiéniai (Umwelt- und Hygienetechnik – UHT) területén.

Ezeknek a képzési területeknek a képzési koncepcióját és tematikáját széleskörű együttműködéssel, az ipari és az egészségügyi szakterületek képviselőivel együttesen határozták meg. Erre a képzési modellre egy külön szakterület (magyar értelmezés szerint: főiskolai kar, vagy fakultás): a Műszaki Egészségügyi Szakterület (Fachbereich Technisches Gesundheitswesen – Fachbereich TG) alakult meg.

Az első 10 év tapasztalatai alapján 1981-ben megállapíthatták, hogy:

- 458 hallgatójával a Szakterület (Fachbereich) a Giessen-Friedbergi Szakfőiskola legnagyobb szakterülete („kara”) lett,
- a nagy érdeklődés miatt felvételi korlátozást kellett bevezetni, amit évente 150 férőhelyben határoztak meg,
- a munkaerőpiacon nagy érdeklődés mutatkozott meg ezen képzési irányok iránt,
- más Szakfőiskolák is átvették ezt az úgynevezett „giesseni modellt” és ennek alapján számos más német szakfőiskolán indítottak orvostechnikai, vagy kórházüzemeltető képzést.

1981-ben egy úgynevezett „Főiskolai Reform” (Hochschulreform) keretében felülvizsgálták az eddigi programokat és tematikákat és azokat az új igényeknek, követelményeknek megfelelően alakították át. Ennek során két lényeges dolog lépett életbe:

- a diploma minősítése: főiskolai szintű diplomás mérnökre [Dipl.-Ing (FH)] változott,
- egy negyedik szakirány: a biotechnológia is bevezetésre került.

1995-ben újabb változások léptek életbe. A továbbiakban ezen, legújabb változat szerint ismertetjük a Giessen-Friedbergi Szakfőiskola (Fachhochschule Giessen-Friedberg) képzési rendszerét.

A Szakfőiskola telephely szerint is két különböző részlegről állt:

Giessenben 7 (hét) szakterület („főiskolai kar”) működött:

- építőmérnöki (Bauingenieurwesen – B),
- elektrotechnikai (Elektrotechnik I. – EI. [Automatika, Információtechnika]),
- energia- és hőtechnikai (Energie- und Wärmetechnik – EW),
- gépészeti (Maschinenbau – MF [finommechanika]),
- informatika (Informatik – MNI),
- műszaki egészségügyi (Technisches Gesundheitswesen – TG),
- közgazdasági (Wirtschaft – W).

Friedbergben 4 (négy) szakterület működött:

- elektrotechnikai (Elektrotechnik II. – EII. [erősáramú energiatechnika, híradástechnika]),
- gépészeti (Maschinenbau, Werkstofftechnologie – MGW [gépészeti, anyagtechnológia]),
- matematika-természettudományi (Mathematik und Technik – MND),
- gazdasági mérnöki és gyártástechnológiai (Wirtschaftsingenieurwesen und Produktionstechnik – WP).

A Műszaki Egészségügyi (TG) Szakterület 1995-ben közel 1000 hallgatóval, 20 professzorral és további 6 főállású oktatóval (laboratóriumi munkatárssal), valamint számos vendégoktatóval működött. A képzés 4 (négy) szakirányban („ágazatban”) történt:

- az orvostechikai (BMT),
- a kórházümelteői (KBT),
- a környezet- és higiéniatechnikai (UHT), és
- a biotechnológiai (BT) szakirányokban.

A Műszaki Egészségügyi (TG) Szakterületen való tanulmányok elkezdésének feltétele az volt, hogy a pályázó a szakfőiskolai tanulmányok végzésére előírt követelményekkel („Fachhochschulreife”) rendelkezzen. Ez első sorban érettségi bizonyítványt jelentett, vagy egy szakközépiskola („Fachoberschule”) befejezését. Ezen kívül legalább 13 hetes (negyedévnyi) – az előírásoknak megfelelő – meghatározott szintű előzetes szakmai gyakorlat is szükséges volt. (Ez vagy



egészségügyi [kórházi], vagy orvostechnikai terméket gyártó helyen eltöltött idő lehetett.)

A Műszaki Egészségügyi (TG) Szakterület képzési rendszere első sorban gyakorlati szemléletű, problémaorientált és bemutatásokon, példákon alapul. Ezáltal a hallgatók a későbbi, sokoldalú szakmai tevékenységi területeken való önálló munkához az alapvető készségeket már a tanulmányaik során megszerezhetik. A gyakorlat irányítottságú képzéshez számítógépek, jól felszerelt laboratóriumok és modern mérőműszerek álltak a hallgatók rendelkezésére. A gyakorlatközelségre mutatott az is, hogy egy szakmai gyakorlati szemesztert („Berufpraktisches Semester – BPS) iktattak be a főképzés (szakképzés) tanulmányi időszakába. Ennek során a hallgatóknak alkalmuk nyílt arra, hogy a későbbi hétköznapi tevékenységüket a helyszíneken (kórházakban, vállalatoknál, mérnöki irodákban stb) ismerjék meg.

A gyakorlati tapasztalat fontosságát mutatta az is, hogy a Szakterületen oktató professzorok sokéves szakmai gyakorlattal rendelkeztek. Éppen így a diplomamunkák (szakdolgozatok) témája is rendszerint közvetlenül a gyakorlati életből jött.

Tanulmányunkban a továbbiakban csak kettő szakirányt: az orvostechnika (BMT) és a kórházüzemeltetői (KBT) szakirányt vizsgáljuk, mivel Magyarországon ez a kettő szakirány terjedt el és nagyon sokszor összefonódnak is.

Mindkét szakirányban a képzés két fő részre osztható:

- az alapképzés, amelyik két szemesztert ölelt fel és
- a főképzés (vagy szakképzés), amelyik öt (5) szemeszter ideig tartott a választott szakirányokban, valamint egy félév vizsgaszemeszter, amelyik részben a diplomamunka elkészítésének idejét, részben a diplomavizsgát jelentette

Egy-egy szemeszter általában 18 hét oktatási időt jelentett, plusz még a 4 hét vizsgaidőszakot. A kötelező óraszámok heti átlagban 27–30 óra között voltak. Ehhez választhattak még a hallgatók a megadott tantárgyi katalógusokból.

Az *alapképzés* (Grundstudium) a matematikai és a természetudományos ismeretek elsajátítására és a főképzés (szakképzés) megalapozására szolgált. Ez mindkét szakirány esetén ugyanaz. Tantárgyai a következők:

- Matematika, Alkalmazott statisztika, Alkalmazott adatfeldolgozás.
- Fizika: Fizikai alapok, Atom- és magfizika alapjai, Fizika-laborgyakorlat.
- Kémia: Alkalmazott kémia, Szerves kémia, Kémia-laborgyakorlat.
- Biológia: Általános biológia, Általános biológia – laborgyakorlat, Mikrobiológia, Mikrobiológia – Laborgyakorlat, Humánbiológia.
- Egyéb: Munka- és tanulási módszerek (szemináriumi foglalkozás), Idegen nyelv (szemináriumi foglalkozás).

Az alaptúdium egy úgynevezett „diplomaelővizsgával” („Diplom-vorprüfung”), azaz a magyar értelmezések szerint, olyan szigorlattal fejeződött be, amelynek eredményes letétele feltétele volt a további szakjellegű (vagyis a főképzéshez tartozó) tanulmányoknak.

A *főképzés* szakirányok szerint más-más tantárgyakból állt:

- a 3. és 4. félév első sorban a mérnöki alapismeretek elsajátítására szolgált, míg
- az 5. félévben a szakmai tantárgyak kerültek előtérbe,
- a 6. félév egy szakmaspecifikus gyakorlati félév és
- a 7. félévben szabadon lehetett választani a kijelölt tantárgyak közül,
- a 8. szemeszterben kellett a diplomamunkát elkészíteni.

A képzési irányelvek is kihangsúlyozták, hogy az orvostechika a 20. század vége felé mind a mindennapos orvosi tevékenységben, mind az orvosi kutatásban egyre növekvő jelentőségűvé vált. Ez visszavezethető mind a természettudományos és technikai haladás eredményeire általánosságban, mind az orvostudományok által a technika irányába támasztott igényeire speciálisan. A „technika” szót ebben az értelemben egyrészt nagyon sokoldalúan kell látnunk, és ez sokféle technikai ágazatot jelent (elektronikát, finommechanikát, vezérlés- és szabályozástechnikát, rendszertechnikát, anyagtechnikát, folyamatirányítást, és még további területeket), másrészt viszont speciálisan kell értelmeznünk és csak az orvostudományban kiválasztott célokra alkalmazott technikára vonatkozik. Ebből következik, hogy az orvostechikának széles keresztmetszete van, és több tudományterületet egyesít magában és ezzel az ezen a téren alkalmazott mérnököket magas követelmények elé állítja.

Szakfőiskolai tanulmányaik során a hallgatóknak különböző tudományterületeket kellett megismerni, hogy széleskörű alapismereteik, háttérismereteik és módszerismereteik legyenek. Ezért a tanterv is különböző tantárgycsoportokból épült fel.

A fő tanulmányok (vagy szakképzés) időtartamát két szakaszra osztották. Az 1. szakaszban (3. és 4. félév) történt meg a mérnöki alapismeretek elsajátítása, amelyekre épült fel az egyes szakirányok differenciált tananyaga. Az egyes szemeszterekben úgynevezett szakvizsgákat kellett tenniük a hallgatóknak, melyek több tantárgy anyagát is felölelték. (Magyar viszonylatban ez felelt meg egy-egy „szigorlatnak”). A szakvizsga letételének feltétele volt a hozzátartozó laborgyakorlatok eredményes elvégzése.

A 2. szakaszban (az 5. és 7. szemeszter, illetve a szakmai gyakorlatot felölelő 6. szemeszter) a kiválasztott szakirányon belül a szakismeretek és a szakmai képességek elmélyítése történt meg. Ennek a szakasznak a kurrikuluma sokféle választási lehetőséget is ajánlott fel a hallgatóknak, ezáltal egyrészt kielégítve a személyes érdeklődésüket, másrészt a Szakfőiskola szakmai lehetőségeinek keretén belül egyéni képzési terv összeállítására is volt lehetőség. Ily módon

megvalósítható volt a kiválasztott szakirányon belüli differenciálódás is. Ebbe a szakaszba integrálódott be a 6., azaz a szakmai gyakorlati szemeszter is, amelyben az eddig megszerzett ismeretek alkalmazására kerülhetett sor és további tanulmányokhoz újabb érdeklődési lehetőséget biztosított.

Az utolsó (8.) szemeszter a diplomatervezés időszaka volt, amelyik a diplomamunka elkészítéséből és egy kollokviumból állt. A diplomamunka témáját a hallgatók saját maguk választhatták (kérvényezhették) és ennek elkészítése a szakfőiskolán kívül is történhetett, ahol egy konzulens állt a hallgatók rendelkezésére. A kidolgozásra fordítható idő rendszerint 3 hónap volt, de az erősen gyakorlati kivitelezésű munkáknál, vagy külső helyszíneken megoldandó feladatoknál elérhette a 6 hónapot is. A diplomamunka témáját a kiadástól számított két hónapon belül, egy ízben még vissza lehetett adni. A feladatot általában egyénileg kellett megoldani, de bizonyos esetekben, részfeladatok kidolgozásánál a csoportmunka is megengedett volt.

A diplomavizsga (záróvizsga) során a jelöltnek a diplomamunkáját be kellett mutatnia és szakmailag megvédenie. A diplomavizsga érdemjegyébe a tanulmányi időszakban már letett szakvizsgák és egyéb előírt tanulmányi teljesítmények (dolgozatok, tanulmányok, számítógépes programok, mérési jegyzőkönyvek stb) érdemjegyeit is beleszámították egy meghatározott számítási módszer szerint.

Az eddigi, általános jellegű ismertetés után most megemlítyük az egyes szakirányok tantárgyait is.

Az orvostechnikai (BMT), vagy klinikai mérnöki szakirány tantárgyai a következők voltak:

- *Elektrotechnikai alapok* (3. félévben): előadások és laborgyakorlat, Villamos méréstechnika (4. félévben): előadások és laborgyakorlat, Szabályozástechnika (3. félévben).
- *Gépészeti/mechanikai alapismeretek*: Gépelemek (3. félévben), Műszaki mechanika (3. félévben), Anyagismeret (3. félévben: előadások és laborgyakorlat), Műszaki rajz (3. félévben: előadás és gyakorlat).
- *Kémia/Analitika*: Biokémia (3. félévben), Biofizika (4. félévben: előadások), Klinikai-kémiai analízis (4. félévben: előadások, 5. félévben: laborgyakorlat). Biofizikai méréstechnika (5. félévben laborgyakorlat). Szabadon választható kémia/analitikai tantárgy (7. félévben: szeminárium).
- *Orvosi alapismeretek*: Humánbiológia (3. félévben), Fiziológia (4. félévben: előadások és laborgyakorlat), Elektromedikai alapismeretek (7. félévben: előadások és laborgyakorlat).
- *Elektronika*: Analóg elektronika (4. félévben: előadások, 5. félévben: laborgyakorlat), Digitális elektronika (4. félévben: előadások és

- laborgyakorlat), Mikroproceszorteknika (4. félévben: előadások és laborgyakorlat), Elektronika II. (szabadon választható a 7. félévben).
- Orvosi fizika: Képző eljárások (5. félévben), Radiológia (5. félévben), Sugárzásfizika (5. félévben: laborgyakorlat), Orvosi fizika laborgyakorlat (7. félévben), Szabadon választható orvosi fizikai tantárgy (7. félévben)
  - Orvosteknika: Biológiai jelek mérése és feldolgozása (5. félévben), Orvosteknikai készülékek (5. félévben: előadások és a 7. félévben laborgyakorlat). Anyagismeret az orvostudományban (5. félévben: előadások), Szabadon választható orvosteknikai tantárgy (7. félévben).
  - *Üzemeltetési ismeretek*: Alkalmazott számítástechnika (7. félévben szeminárium és gyakorlat), Kórháztechnika (7. félévben: előadások), Orvosteknikai eszközök üzemeltetése (7. félévben), Kórházüzemeltetés (Logisztika, működési területek, 7. félévben).
  - *Egyéb*: Szociális, Jogi, Közgazdasági és Kulturális tantárgyak, (5. és 7. félévben), Idegen nyelv (7. félévben: szeminárium)

A szabadon választható tantárgyak katalógusa 6 különböző csoportból állt. Minden csoportból kötelező jelleggel legalább 2 óra/szemesztert kellett kiválasztani, célszerű módon abban a szemeszterben, amikor az ajánlott volt. Emellett a 6 csoportból legalább egy szemináriumi foglalkozást is kellett választani. (A szemináriumi foglalkozás összefoglaló jelleggel áttekintette azt a tantárgycsoportot.)

A szabadon választható tantárgyak katalógusa a következő volt:

- *Orvosi fizika I.* (ajánlott az 5. szemeszterben): Idegen nyelv, Programozási nyelv, Műszaki fejlesztés/Bioetika, Munka- és szerződésség, Tervezés-menedzsment/Költség-számítás, Környezetvédelem, Sugárzásvédelmi jog + a Szemináriumi foglalkozás.
- *Kémia/Analitika* (ajánlott a 7. szemeszterben): Vízanalízis, Vékonyréteggromatográfia, Immunológia/Szerológia, Biokémiai módszerek + a Szemináriumi foglalkozás.
- *Orvosi fizika II.* (ajánlott a 7. szemeszterben): Sugárzásméréstechnika, Szabályozástechnika-Laborgyakorlat, Híradástechnika a kórházakban. + a Szemináriumi foglalkozás
- *Orvosi fizika III.* (ajánlott a 7. szemeszterben): Membrántechnológia, Farmatokinetika, Sugárzásvédelem a kórházakban, Áramlástan és Hemodinamika, Mikroszkópia + a Szemináriumi foglalkozás.
- *Orvosteknika I.* (ajánlott a 7. szemeszterben): Sugárzásterápiái és nukleárorvosi méréstechnika, Biomechanika és Protézisek, Minőségbiztosítás, minőségmenedzsment, Optikai módszerek és fizikai

segédeszközök, Logisztika a kórházban, Munkavédelem + a Szeminárium foglalkozás.

- *Orvostechnika II.* (ajánlott a 7. szemeszterben): Menedzsmentismeretek, Vállalati és Személyzeti vezetés, Marketing, Pénzügyi gazdálkodás, Beruházások, Környezetvédelmi jog, Tervezési és engedélyezési jog. Kórháztechnikai II., Műszaki dokumentációk + a Szeminárium foglalkozás.

Rendkívül figyelemre méltó, hogy a kötelezően választható tantárgyak között nagy számban kaptak helyet a jogi, közgazdasági, gazdálkodási, környezetvédelmi és ügyintézési, valamint menedzsment ismeretekkel foglalkozó tantárgyak.

A kórházüzemeltető mérnöki (KBT) szakirány tantárgyai:

A kórházüzemeltetői tevékenység egy intézményben nagyon különböző területeket fog át, a feladatok közé tartozik

- az épületfenntartás,
- az épületgépészet,
- a kórházak folyamatos működéséhez szükséges ellátás és üzemeltetés (például: energiaellátás, vízellátás, fűtés, légtisztítás stb)
- az orvostechnikai eszközök rendeltetés-szerű üzemeltetése,
- a kommunikációs technika,
- az élelmezés üzemeltetés,
- a tisztítástechnika és -technológia,
- a hulladék eltávolítás,
- a kórházon belüli közlekedési lehetőségek biztosítása,
- stb.

Többnyire a kórházüzemeltető (KBT) mérnök a kórház műszaki vezetője, ilyen módon felelős a karbantartásért, az új létesítmények tervezéséért és kivitelezéséért, a műszaki fejlesztésért, a biztonsági követelmények betartásáért és ugyanakkor vezetője is a kórház műszaki személyzetének. Ebből következik, hogy rendkívül széleskörű ismeretanyaggal kell rendelkeznie, nemcsak a műszaki, hanem a gazdasági és vezetési menedzsment szakterületekről is.

A tanulmányok menete teljesen hasonlóan épült fel, mint az orvostechnikai (klinikai mérnöki, azaz BMT) szakirány esetén: az első két szemeszter alapképzése után a főképzés, vagy szakképzés is két szakaszból állt. Az első szakasz a mérnöki ismeretek megalapozását szolgálta és részben közös volt más szakirányokkal is, míg a 2. szakaszban történt meg a speciális ismeretek elsajátítása.

Tantárgyai a következők voltak:

- *Elektrotechnikai alapok*: Elektrotechnika (3. félévben), Elektrotechnika-Laborgyakorlat (3. félévben), Szabályozástechnika (3. félévben), Szabályozástechnika-Laborgyakorlat (4. félévben).
- *Gépészeti/mechanikai alapismeretek*: Gépelemek (3. félévben), Műszaki mechanika (3. félévben előadások és gyakorlat), Anyagismeret (3. félévben előadások és gyakorlat), Műszaki rajz (3. félévben előadások és gyakorlat)
- *Gyártástechnológiai alapismeretek*: Áramlástan és áramlástan munkagépek (3. félévben), Műszaki termodinamika (3. félévben).
- *Orvostechika*: Orvostechikai eszközök üzemeltetése (4. félévben), Kórházhygiénia (3. félévben), Sugárvédelem a kórházban (4. félévben).
- *Kórházépítészet*: Tűzvédelem (4. félévben), Kórházépítészeti technika (5. félévben), Kórháztervezés (4. félévben), Szabadon választható kórházépítészeti tantárgy (5. félévben).
- *Egészségügyi technika*: Egészségügyi felszerelések, Víz- gázgazdálkodás (4. félévben), Egészségügyi létesítmények a kórházban (4. félévben), Szabadon választható egészségügyi technikai tantárgy (5. félévben).
- *Fűtés- és klímatechnika*: Fűtés- és energiatechnika (5. félévben), Szellőzés- és klímatechnika (4. félévben), Klímatechnika a steril részeken (5. félévben), Szabadon választható fűtés- és klímatechnikai tantárgy (4. félévben).
- *Elektrotechnika a kórházban*: Erősáramú technika (4. félévben), Villamos installációs technika (5. félévben), Híradástechnika (5. félévben), Szabadon választható elektrotechnikai tantárgy (4. félévben).
- *Kórházüzemeltetés*: Üzembentartás (7. félévben), Kórházi műszaki szolgáltatások (7. félévben), Szállítástechnika (7. félévben), Logisztika a kórházban (7. félévben).
- *Jogi és üzemgazdasági ismeretek*: Kórházszervezés, kórházvezetés (7. félévben), Munkavédelem (7. félévben), Munkajog (7. félévben).
- *Szociális, Jogi, Közgazdasági és Kulturális tantárgyak*: Műszaki fejlesztés/Bioetika (7. félévben), Szabadon választható I. (5. félévben), Szabadon választható II. (5. félévben).
- *Laborgyakorlatok, szemináriumok*: Híradástechnika - Laborgyakorlat (7. félévben), Villamos szereléstechnika – Laborgyakorlat (7. félévben), Gépek Laborgyakorlat (7. félévben), Orvostechikai készülékek –

Laborgyakorlat (5. félévben), Épülettechnika szeminárium (7. félévben), Szabadon választható gyakorlatok (7. félévben).

A szabadon választható tantárgyak katalógusa:

- *Orvostechika (ajánlott a 4. félévben):* Elektromedikai alapismeretek és humánbiológia, Orvostechikai készülékek, Radiológia és sugárméréstechnika (előadás és gyakorlat), Klinikai-kémiai analitika és biofizikai méréstechnika (előadások és laborgyakorlatok).
- *Kórházépítész (ajánlott a 4. félévben):* Egészségügyi létesítmények tervezése, Projektvezetés.
- *Egészségügyi technika (ajánlott az 5. félévben):* Szennyvíz-tisztítás, Gyógyfürdőtechnika.
- *Fűtés- és klimatechnika (ajánlott a 4. félévben):* Hidegvíztechnika, Zajvédelem, Levegőtisztántartás.
- *Elektrotechnika a kórházban (ajánlott a 4. félévben):* Villamos méréstechnika, Épületszereléstechnika, Analóg elektronika, Mikroprocesszortechnika.
- *Szociális, Jogi, Közgazdasági és Kulturális tantárgyak (ajánlott az 5. félévben):* Környezetvédelem, Munka- és szerződésjog, Minőségbiztosítás és, minőségmenedzsment, Menedzszerismeretek, vállalati és személyzeti vezetés, Marketing és pénzügyi gazdálkodás, beruházások, Környezetvédelmi jog, Tervezési és engedélyezési jog, Projektmenedzsment és költségszámítás, Műszaki dokumentációk.
- *Laborgyakorlatok, szemináriumok (ajánlott a 7. félévben):* Mikroprocesszortechnika – Laborgyakorlat, Projektmunka (szeminárium), Analóg elektronika – Laborgyakorlat, Alkalmazott számítástechnika, CAD gyakorlat.

Ezt a részletes tantárgyismertetést mind az orvostechikai (klinikai mérnöki), mind a kórházüzemeltető képzés során azért adtuk meg, hogy így módon is érzékelhető legyen az a sokoldalú ismeretanyag, amelyet az egészségügyben (kórházakban) dolgozó mérnököknek el kell sajátítaniuk. A Giesseni Szakfőiskola tematikája jó példa volt erre, mivel már több évtizede folytattak ilyen irányú szakképzést, így tapasztalataik figyelemre érdemesek más egyetemek és főiskolák számára is.

## 9. Az orvostechnika oktatása Magyarországon az 1990-es években

A kezdeti (1970-es évekbeli) sikeres törekvések után Magyarországon egyre inkább csökkent az orvostechnikai oktatás jelentősége. Ezt azért is sajnálatos, mert – mint az előző fejezetekben többször is utaltunk rá – nem egyszer Európában és világszerte is az elsők között voltunk, akik ezen a téren rendszeres képzést indítottak. A kezdeti lépések akkoriban első sorban az ipari igényekből indultak ki, hiszen az 1970-es években a magyar orvostechnikai ipar világméretekben is elismert volt. Ezért támogatta az (akkori) Medicor Művek mind a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskolán, mind a Budapesti Műszaki Egyetemen folyó orvostechnikai képzést. Sőt, 1981-ben létrehozta saját Nemzetközi Orvostechnikai Oktatási (Továbbképző) Központját, ahol az UNIDO (az ENSZ Iparfejlesztési Szervezete) támogatásával rendkívül magas színvonalú oktatási rendszert épített ki az orvostechnikai műszerek szervizelésének megtanítására mind a hazai, de első sorban a külföldi szakemberek részére.<sup>32</sup> Ebben az Orvostechnikai Oktatási Központban [Medicor Training Centre] a Közép-Európai és a Közel-Keleti fejlődő országok képviselői mellett világméretű ENSZ-tanfolyamok is lezajlottak, így hallgatói között Kínától kezdve Algérián és Nigérián keresztül még Dél-Amerikából, sőt a Thaiföldről érkezett szakemberek is részt vettek. Sajnálatos, hogy az 1980-as évek vége felé, a magyar ipar válságával egyidejűleg ennek az Oktatási Központnak a támogatása is megszűnt és ezzel egyidejűleg maga is feloszlott.

Személyes tapasztalataim szerint a magyar egészségügy hivatalos képviselői kezdettől fogva fenntartással, nem egyszer ellenszenvvel viszonyultak az orvostechnikai oktatás, képzés támogatásához. Megnyilvánult ez abban, hogy a kórházakban szinte alig igényelték a megfelelő képzettségű műszaki szakembereket, mivel nem voltak tisztában (és nagyon sok helyen még ma sincsenek igazában tisztában!) feladataikkal és jelentőségükkel. Hozzájárult ehhez az is, hogy az akkoriban magas szintű magyar orvostechnikai ipari háttér a megfelelő szintű szerviz ellátással biztosította a magyar kórházak orvostechnikai eszközeinek, műszereinek megfelelő színvonalát. Továbbá az igénytelenség okai között kell valószínűsíteni a magyar orvostársadalom nem kellő szintű műszaki alapismereteit és csekély érdeklődését a műszaki újdonságok iránt; valamint az egészségügyben, a kórházakban dolgozó műszaki szakemberek rendkívül heterogén alapképzettségét (főleg gépészeti, de nem egyszer agrár, vagy vízgazdálkodás jellegű képzettségét, de előfordult főmérnöki beosztásban bányamérnöki végzettségű szakember is!) és nem megfelelő szintű kapcsolatát egy másik tudományterület, az orvostudomány iránt. Éppen ezek a tények indokolták volna az interdiszciplináris jellegű képzés erőteljes fejlesztését!

Úgy gondolom, hogy mindaddig, amíg a magyar orvostechnikai ipar támogatta az orvostechnikai képzést, addig a 7. fejezetben már említett képzési rendszerek megfeleltek ennek a célnak. Ez kb. az 1980-as évek közepéig tartott. Az így képzett

---

<sup>32</sup> Erről részletesen lásd a 7.4. fejezetet!



orvostechnikai szakembereknek (egyetemi vagy főiskolai végzettségű mérnököknek, szaktechnikusoknak) csak csekély része (20–30 %-a) helyezkedett el az egészségügyi területén. A képzésnek pedig az eddigi elsődleges ipari igények helyett most már főleg az egészségügyi intézmények igényeit kellett figyelembe venni.

Az 1990-es évek elején, elsősorban nemzetközi hatásokra, hazánkban is egyre több egyetemen és főiskolán kezdtek érdeklődni az orvostechnikai képzés különböző lehetőségei iránt. Részben azért, mert az erőteljes nemzetközi fejlődés<sup>33</sup> erre irányította a figyelmet, részben pedig azért, mert a felsőoktatási intézmények is egyre nagyobb önállóságot kaptak és keresték a tudományos előrehaladás és egyúttal a gazdaságos képzés lehetőségeit. Egyre nagyobb figyelem irányult az interdiszciplináris területek felé, ezért került ismét előtérbe az orvostechnika is.

Ez eredményezte, hogy az 1990-es évek közepére már Magyarországon is örvendően megnövekedett az orvostechnikai oktatással, képzéssel foglalkozó intézmények száma.

1992-ben a Haynal Imre Egészségtudományi Egyetem Egészségügyi Főiskolai Karán megindult a „klinikai mérnökök” szakirányú továbbképzése, amelynek célja éppen az egészségügyi műszaki szakember szükségletének a kielégítése volt.

1995-ben megkezdődött a három egyetem: a Budapesti Műszaki Egyetem, a Semmelweis Orvostudományi Egyetem és a Szent István Egyetem Állatorvosi Karának közös „orvosbiológiai mérnök” képzése, amelyik az orvostechnika területén magas elméleti képzettséggel rendelkező szakembereket biztosított az orvostechnika területén lévő kutatási, fejlesztési, termelési szakterületek számára, segítve ezzel az egészségügyi intézmények munkáját is.

Hasonló módon más felsőoktatási intézményekben is foglalkoztak orvostechnikai jellegű ismeretek oktatásával (lásd később, részletesen a következő fejezetekben).

Ugyanakkor rendkívül fájó, hogy a magyar egészségügy hivatalos irányítóinak, vezetőinek hozzáállása az orvostechnikai képzés iránt semmivel sem lett pozitívabb ezen évtized alatt, sőt úgy tűnt, hogy a pénzügyi szemlélet erőteljes hangsúlyozása érdekében éppen ezt a területet akarták visszaszorítani. Anélkül, hogy részletesebben elemeznénk ezt a helyzetet, ennek hatása – tehát a műszaki fejlődés eredményeinek háttérbe szorítása; a rendszeres karbantartás, ellenőrzés teljesen külső cégek általi, „piaci” alapokra helyezése (az „outsourcing”); az Európai Unió Irányelveivel ellentétesen az életvédelmi és biztonságtechnikai előírások nem-kellő mértékű figyelembe vétele stb – nemcsak a betegek egészségi állapotát veszélyeztette, hanem a kórházi műszaki szolgáltatásokat és a klinikai/kórházi mérnöki tevékenységet is megnehezítette.

Ezek után tekintsünk át röviden néhány, ezidőtájt meglévő képzési rendszert, bizonyítván azt, hogy az oktatás műszaki oldaláról nézve igyekeztünk eleget tenni az európai követelményeknek is.

---

<sup>33</sup> Lásd a 8. fejezetet!

## 9.1. A Budapesti Műszaki Egyetem „orvosbiológiai mérés technikai szakmérnöki” képzése

A képzés célkitűzése: olyan szakmérnökök képzése, akik alkalmasak

- egyrészt az *orvosbiológiai kutatások* villamosmérnöki alapképzettséget igénylő mérés technikai, számítástechnikai és rendszertechnikai feladatainak elvégzésére, interdiszciplináris kutató csoportok munkájába való bekapcsolódásra
- másrészt a diagnosztikai és terápiás készülékek, kórháztechnikai és orvoslaboratóriumi berendezések, különösen az intelligens orvostechnikai mérő- és adatfeldolgozó berendezések *kutatási és fejlesztési feladatainak* elvégzésére

Ennek a fajta képzésnek tehát a célkitűzései között sem szerepelt az egészségügyi intézmények (kórházak, klinikák, rendelőintézetek stb) mindennapos tevékenységének támogatása, az üzemeltetés és a karbantartás, vagy ellenőrzés feladatainak teljesítése.

A szakmérnöki képzésben részt vehettek olyan műszaki, vagy TTK (azaz természettudományos) diplomával rendelkező szakemberek, akik 10 évnél nem régebben szereztek meg oklevelüket. Régebbi oklevél, vagy nem villamosmérnöki alapképzettség esetén az egyetem különбöзeti vizsgák letételét írta elő. Esetlegesen főiskolai végzettségük is részt vehettek a szakmérnöki képzésben, de csak végbizonyítványt kaphattak, oklevelet nem.

A képzés ideje: 5 félév volt. Ez az első négy félévben 15 héten át heti egy nap elfoglaltságot jelentett, míg az 5. félév a diplomatervezés időszak volt, kötött elfoglaltság nélkül.

A tanterv a következő volt: 1993 előtt (félévenkénti heti óraszám):

	Tantárgyak:	1. félévben:	2. félévben:	3. félévben:	4. félévben	Összesen:
1.	Matematika	3 óra				45 óra
2.	Fiziológiai alapismeretek	4 óra				60 óra
3.	Számítástechnika	3 óra	3 óra			90 óra
4.	Elektronikus áramkörök	2 óra	4 óra			90 óra
5.	Méréselmélet		3 óra	3 óra		90 óra
6.	Mérőrendszerek			3 óra	3 óra	90 óra
7.	Orvostechnika		2 óra	4 óra	4 óra	150 óra
8.	Szimuláció				2 óra	30 óra
9.	Önálló munka			2 óra	3 óra	75 óra
	Összesen:					720 óra

8. ábra: Az orvosbiológiai mérés technikai szakmérnöki képzés tanterve (1993 előtt).

A szakmérnöki képzést a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki és Informatikai Karának Műszer és Méréstechnikai Tanszéke koordinálta. Szakvezetője dr. Jobbágy Ákos egyetemi docens volt. 1993-ban a tanterv változott (9. ábra).

Az önálló munka a képzésben résztvevők szakterülete és érdeklődési köre szerint választható volt. Hasonló módon a következő, 9. ábrán látható Választható tantárgyakat is a hallgatók érdeklődésüknek megfelelően választhatták ki (például: Klinikai laboratóriumi műszerek, vagy Radiológiai készülékek). A szakszeminárium keretében a hallgatók irodalomkutatót és feldolgozást végeztek az orvosbiológia egy-egy kiválasztott területén.

Módosított tanterv (1993-ban):

	Tantárgyak	1. félévben	2. félévben	3. félévben	4. félévben	Összesen
1.	Számítógépes diagnosztika	2 óra				30 óra
2.	Fiziológiai alapismeretek	3 óra				45 óra
3.	Informatika	2 óra	2 óra			60 óra
4.	Biometria		3 óra			45 óra
5.	Élettani szabályozások		3 óra			45 óra
6.	Mérőrendszerek			2 óra	3 óra	75 óra
7.	Orvostechika	1 óra	-	3 óra	2 óra	90 óra
8.	Választható tantárgy			2 óra	2 óra	60 óra
9.	Önálló munka			0 óra	0 óra	0 óra
10.	Diplomatervezés				5. félévben	120 óra
11.	Szakszeminárium			1 óra	1 óra	30 óra
	Összesen:					600 óra

9. ábra: Az orvosbiológiai mérés-technikai szakmérnöki képzés tanterve (1993 után).

## 9.2. A Budapesti Műszaki Egyetem [BME], a Semmelweis Orvostudományi Egyetem [SOTE], és az Állatorvostudományi Egyetem [ÁOTE] közös „orvosbiológiai mérnöki” szakképzése

Ez a képzés 1995-ben indult meg és Magyarországon az első, több egyetemet is érintő olyan képzési forma volt, amelynek célja az okleveles orvosbiológiai mérnök [MSc Biomedical Engineer] diploma kiadása. A képzés nappali tagozatos, második diplomás képzésként indult.

A képzés létrejöttében meghatározó szerepe volt dr. Benyó Zoltánnak, a Budapesti Műszaki Egyetem egyetemi tanárának, és dr. Monos Emil (1934–2018) egyetemi tanárnak, a Semmelweis Orvostudományi Egyetemről, akiknek szaktudása és kitartó, szívós munkája eredményezte a képzés megindítását és hivatalos, állami elismerését<sup>34</sup> is.

A képzésben a BME–SOTE–ÁOTE bármely karára, más egyetemek mérnöki, orvosi, állatorvosi vagy természettudományi (például: biológus, vegyész, fizikus) szakára járó egyetemi hallgatói, illetve a fenti szakokon már végzett diplomás szakemberek vehettek részt, amennyiben a felvételi követelményeknek megfeleltek. Feltétlenül kiemelendőnek tartjuk, hogy ez a képzés már nemcsak a mérnöki alapképzettségűek, hanem az orvosi alapképzettségűek számára is biztosította az orvostechnikai ismeretek megszerzését!

Az orvosbiológiai mérnök szak célja az volt, hogy olyan magas színvonalú interdiszciplináris elméleti és gyakorlati ismeretekkel, valamint alkalmazási készséggel rendelkező *második diplomás* szakembereket képezzen, akik mérnöki, illetve orvosi-biológiai alaptudásukat kiegészítve, az elméleti és gyakorlati orvosbiológiai mérnöki tevékenységek rendkívül széles területén alkalmazhatók. Az orvosbiológiai mérnök szak e sokrétű igényeket kielégítő, széles körű alapismereteket nyújtott, melyet a hallgatók speciális területekre történő szakosodása, és a kiválasztott részterületen az ismeretek elmélyítése követhetett.

A képzés 6 félév időtartamú volt, ebből 5 félév az oktatás, a 6. félév pedig a diplomafeladat elkészítésére szolgált. A mérnökhallgatók alapképzésük negyedik (4.) évének második (II.), az orvostan/állatorvostan hallgatói pedig alapképzésük ötödik (5.) évének második (II.) félévétől kapcsolódhattak be az orvosbiológiai mérnök oktatásba. A képzésbe bekapcsolódni kívánó „külső” szakembereknél követelmény volt az érvényes egyetemi diploma megléte.

Az első három (3) félévben az alapképzésüket is végző hallgatók részére *párhuzamos képzés* folyt alacsonyabb óraterheléssel. Az ezt követő két félévben pedig a /már az alapidiplomájukat megszerzett/ hallgatók teljes terhelés mellett tanultak, az utolsó félévben pedig a diplomamunkájukon dolgoztak. A heti óraszámok az alábbi, 10. ábrán láthatók.

---

<sup>34</sup> Lásd [96], [101.] és [106.] irodalmakat!

félévek:	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
heti óraszám:	8	8	8	24	24	diplomafeladat + államvizsga

10. ábra: Az orvosbiológiai mérnök képzés heti óraszámjai.

A képzés során a kontakt órák száma összesen 1080 óra volt, ami 108 kreditpontot ért, ehhez járult a diplomaterv készítése újabb 22 kreditponttal.

A képzés a kötelező alaptantárgyakkal indult, ezt a szaktantárgyak hallgatása követte. A szaktantárgyak a tanrendben meghirdetett lehetőségek közül fakultatívan választhatók voltak, de a kötelező óraszámban kellett felvenni őket.

A mérnöki, illetve az orvosbiológiai előképzettségű hallgatók ismeretanyagának kiegyenlítésére három-három (3–3) szintrehozó tantárgy meghallgatására volt szükség. Ezért a képzés kezdetén a szak két (mérnöki és orvosi) évfolyamfélre oszlott fel. A képzés további része közösen, illetve a választott szakosodás szerint történt.

Az alaptanterv látható a 11. ábrán, a következő oldalon.

A diploma megszerzésének feltételei:

- az alapidiploma megszerzése (a második diplomás képzés a negyedik félévtől csak ezután folytatható!) Megjegyzés: az akkoriban megszokott értelmezés szerint ez csak az „alapszigorlatok” letételét jelenti és nem az oklevél megszerzését!
- a szigorlat letétele az 5. és 6. félév végén (Minden hallgatónak csak egy szigorlatot kellett tennie: műszaki alapképzettségűnek orvosi, orvosi alapképzettségűnek műszaki szigorlatot);
- az abszolutórium megszerzése (6 lezárt félév és eredményes szigorlat megléte);
- a diplomamunka elkészítése és megvédése.

Korabeli közlemények<sup>35</sup> szerint a végzett hallgatók létszáma évente 22–45 fő körül volt, akik között több orvos is volt (a 2000. év után megjelent nyilvános közleményekből az 1996 és 1999 közötti évekre vetített adatok).

Az 1990-es években még újdonságnak számított ilyen, több egyetem által is támogatott szakképzés megindítása és lebonyolítása. Éppen ezért problémák is felmerültek ezzel kapcsolatban. Azzal minden szakterület egyetértett, hogy szükség van az ilyen fajta, multidiszciplináris képzésre és az elképzelések, valamint a tanrend szerint ez magas szintű elméleti ismeretanyagot adott, azonban az (akkor éppen hatályban lévő) felsőoktatási törvénnyel is ütközött. Erre vonatkozóan közöljük az alábbi észrevételeket.

Az „orvosbiológiai mérnök”-képzésre a mérnök hallgatók 7 félév mérnöki tanulmányok elvégzése után jelentkezhettek, az orvosegyetemi hallgatók pedig 9

<sup>35</sup> Lásd a [96.], [101.], [103.] irodalmakat

félév orvosi tanulmányok elvégzése után. Maga a szakjellegű képzés 5+1 féléven keresztül tartott, (a plusz egy félév a diplomatervezési időszak). Így tehát

- a végzett „orvosbiológiai mérnökök” mérnöki alapképzettség esetén összesen 13 félév, vagyis 6,5 év tanulás után kaptak oklevelet
- míg orvosi alapképzés esetén 15 félév, azaz 7,5 év tanulás után

Akkor, amikor az abban az időben hatályban lévő felsőoktatási törvény szerint az egyetemi tanulmányok ideje általában 5 év, kivéve az orvosképzés esetén, ahol 6 év lehetett.

11. ábra: Az orvosbiológiai mérnök szak alaptanterve:

	Tantárgy:	Heti óra:	Kredit:	Össz. óra:
	Mérnöki évfolyamfél:			
1M.	Funkcionális anatómia	4	6	60
2M.	Biokémia	4	6	60
3M.	Orvosi élettan	4	6	60
	Orvosi évfolyamfél:			
1O.	Matematika	4	6	60
2O.	Számítástechnika	4	6	60
3O.	Fizika	4	6	60
	Közös alaptantárgyak:			
4.	Mechanika	4	6	60
5.	Biofizika	4	6	60
6.	Klinikai műszeres diagnosztika	4	6	60
7.	Műszaki és biológiai rendszer elmélet	4	6	60
8.	Műszer- és méréstechnika	4	6	60
9.	Biokompatibilis anyagok	2	3	30
10.	Folyamatszabályozás	4	6	60
11.	Radiológiai technikák	4	6	60
12.	Biotechnológia	2	3	30
13.	Folyamatszimuláció	4	6	60
14.	Optikai orvosi műszerek	4	6	60
15.	Ökológikus építészet	4	6	60
16.	Molekuláris biológia	4	6	60
			Összesen:	900
	Szakosodás:			
17.-19.	Fakultatív témaválasztás (min.3 tantárgy)	12	18	180
	<b>ÖSSZESEN</b>			<b>1080</b>

Megjegyzés: A fakultatív tantárgyak jegyzékét a tanulmányok során később közölték.

*„A képzés bevezetéséről folytatott tárgyalások során látszott, hogy az akkori felsőoktatásra vonatkozó szabályok készítésekor nem vették figyelembe az esetleges interdiszciplináris szakokat. A kormányzati szereplők is jónak és szükségesnek*

*tartották az orvosbiológiai mérnök képzést, ennek adminisztratív szabályozására különböző megoldásokat ajánlottak. A megbeszélések végén született az a döntésük, hogy most nem a törvényt módosítják, hanem kiadják a képzésre vonatkozó egyedi jogszabályt.”* (Ez lett a Kormány 83/1999. (VI. 11.) Korm. rendelete a műszaki felsőoktatás alapképzési szakjainak képesítési követelményeiről szóló 157/1996. (X. 22.) Korm. rendelet módosításáról.) (Dr. Jobbágy Ákos írásbeli közlése.)

A nemzetközi közösség [IFMBE] végig támogatta a képzés létrejöttét. Több országból is – ahol tervezték hasonló képzés megindítását – érdeklődtek a Magyarországon folyó orvosbiológiai mérnök képzés tapasztalatai iránt.

A tárgyilagosság miatt meg kell említenünk a következőket is. 1998-ban az oktatási grémium [Orvosbiológiai Mérnökképzés Szakbizottsága] azt kérvenyezte az Oktatási Minisztériumtól, hogy ezt a képzést alapképzésnek ismerjék el, mert így kaphat rá az egyetem normatív támogatást. (Azaz minden hallgató után meghatározott pénzüsszeget mindaddig, amíg tanulmányait befejezi.) Az OM véleményezésre az anyagot átküldte a(z akkor még) Népjóléti Minisztériumhoz. Az akkori vezetők – az Orvostechikai Főosztályvezető javaslatára – ehhez kikérték a Magyar Mérnöki Kamara véleményét is, amelynek egyik tagozata, az Egészségügyi–Műszaki Tagozat jellemzően a kórházakban dolgozó főmérnököket és műszaki vezetőket tömörítette soraiban.

Ennek alapján az „orvosbiológiai mérnök képzés” tervezetével kapcsolatban a Magyar Mérnöki Kamara [MMK] akkori elnöke, három (3) észrevételt tett:

1. Az akkor hatályos felsőoktatási törvény értelmében a képzési idő 5, illetve orvos képzés esetén 6 év lehet. A tervezett képzési idő tehát ellentétes a törvénnyel.
2. A tervezet szerint a képzés „orvosbiológiai mérnök” megnevezésű diplomát ad ki, holott az orvos alapképzettségű hallgatók esetén éppen a mérnöki alapokat nyújtó tantárgyak (például: mechanika, anyagismeret, műszaki rajz, általános géptan, villamosság, stb) ismerete hiányzik. Ezen nem segít az, hogy kiegészítésként hallgathatnak Fizika és Elektronika megnevezésű tantárgyakat, de abból is csak válogatott fejezeteket. Vagyis éppen az az alapképzés hiányzik, ami egy mérnököt valódi mérnökké tesz.
3. A részletes tanterv főleg elméleti jellegű ismereteket közöl magas matematikai és tudományos szinten, ami rendjén való is, de éppen az egészségügy szükségleteinek és igényeinek megfelelő gyakorlati ismeretek oktatása hiányzik.

Az orvosbiológiai mérnök képzésnek 2002-ben megváltozott a neve és attól kezdve „egészségügyi mérnök” képzésként folytatódott<sup>36</sup>. A későbbiek során pedig már 2009-ben átalakult MSc szintű mesterképzéssé. Ezzel a képzéssel azonban már nem foglalkozunk, mivel ez már a 21. századhoz tartozik.

---

<sup>36</sup> Lásd a 3/2002. (I.11.) Korm. rendeletet, [93.] irodalom



### 9.3. A Haynal Imre Egészségtudományi Egyetem [HIETE] Egészségügyi Főiskolai Karán folyó orvostechnikai oktatások

#### 9.3.1. A „klinikai mérnöki” szakirányú továbbképzés

##### *a.) A szakirányú továbbképzés célja és tantervi követelményei*

A felsőoktatásra vonatkozó 1993. évi LXXX. törvény<sup>37</sup> 99.§. (3) bekezdése szerint: „A szakirányú egyetemi és főiskolai képzésben nyert oklevél különleges szakképzettséget tanúsít, és az alkalmazási előírásokban meghatározott munkakör betöltésére, foglalkozás (tevékenység) gyakorlására képesít.”

Sajnálatos módon ilyen alkalmazási előírás az egészségügyi intézményekben (kórházakban, klinikákon, rendelőintézetekben, diagnosztikai és rehabilitációs központokban stb) sem akkoriban, sem még ma (2019-ben) sem létezik. Az egyes intézmények (kórházak) vezetőitől függ, hogy az ott alkalmazott mérnökök számára milyen munkaköri előírásokat állapít meg. A hivatkozási alap többnyire az, hogy az „alkalmazási előírásokat” azért nem lehet előírni, mert nincsenek meg a hozzá szükséges „képesítési követelmények”. Nos, éppen ezért a legelső teendő az volt, hogy ezeket a képesítési követelményeket meghatározzuk.

Ehhez mindenképp előttr kellett mérni és meghatározni az egészségügyi intézményekben dolgozó mérnökök feladatait és ezek alapján megállapítani a feladatkörük ellátásához szükséges képesítési követelményeket. Ezt első ízben 1992-ben végezték el és azt a *Kórház- és Orvostechnika* című szakmai folyóirat 1992/4. számában leközölték<sup>38</sup>, majd 1995-ben sikerült véglegesíteni ezeket, amelyeket azután az 1995. július 5.-én és 6.-án Esztergomban, az Oktáv Ipari Továbbképző Rt. székhelyén megtartott orvostechnikai szakmai tanácskozás, melyen 90 fő vett részt, elfogadott és a Művelődési és Köznevelési Minisztérium Egészségügyi Felsőoktatási Szakmai Bizottsága is jóváhagyott.<sup>39</sup> Minderről azonban még manapság sincs tudomása a legtöbb egészségügyi intézmény vezetőinek!

Felmerülhet a kérdés: miért éppen egy egészségügyi oktatási intézmény, azaz a HIETE Egészségügyi Főiskolai Kara vállalkozott ennek, az alapjaiban műszaki jellegű képzésnek a megindítására? Ismét csak arra kell hivatkozni, hogy a klinikai mérnökök iránti szükségesség az egészségügyi intézmények vonatkozásában merült fel és a többletismeretek iránti igény főleg az orvosbiológiai, anatómiai-élettani és egészségügyi szervezési-vezetési ismeretek iránt nyilvánult meg, tekintettel arra, hogy a szakirányú továbbképzésben részt vevők már mind

---

<sup>37</sup> Lásd: [2.] irodalom

<sup>38</sup> Lásd: [37.] irodalom

<sup>39</sup> Részletesen lásd az [56.] és [57.] irodalomban.

diplomás mérnökök, akik az alapvető műszaki ismereteket műszaki egyetemi, vagy főiskolai tanulmányaik során már elsajátították. Mindenképpen célszerű volt tehát olyan intézményt felkérni erre a képzésre, ahol ezek a feltételek már adóttak és a legjobbak. Ezért volt kézenfekvő, hogy ez a fajta továbbképzés az orvos továbbképzéshez hasonlóan a HIETE Egészségügyi Főiskolai Karán induljon meg. Mint a későbbi években kiderült, hasonló jellegű műszaki képzés más európai orvosegyetemeken is történt már, például Angliában a King's College School of Medicine and Dentistry of London egyetemén, vagy a németországi Medizinische Hochschule Hannover orvosi főiskolán<sup>40</sup>

Természetesen, egy egészségügyi felsőoktatási intézmény esetében felvetődik a kérdés, hogy történjen meg akkor a műszaki szakismeretek oktatása? Ismét csak a HIETE Egészségügyi Karát kell kiemelnünk, hiszen itt már 1990 óta folyamatos volt az Egészségügyi műszaki ismeretek és a Számítástechnika oktatása. Ezzel egyidőben kialakult egy olyan oktatói bázis is, amelyik azután tevékenyen közreműködött a klinikai mérnöki szakirányú továbbképzés megvalósításában. Jelentős előrelépés volt azután 1994-ben a főiskolai karon belül az Orvostechnikai és Számítástechnikai Tanszék megalapítása is (erről a későbbiekben majd még részletesen szólnunk). Mindezek mellett az oktatásban tevékenyen közreműködtek a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola oktatói is, valamint az ORKI mérnök képzettségű munkatársai.

Következő problémaként merült fel a szakirányú továbbképzésben résztvevők alapképzettsége. Előzetesen felmérést végeztünk arról, hogy az egészségügyi intézményekben dolgozó mérnökök alapképzettségüket milyen szakirányban szerezték meg. Az az eredmény adódott, hogy csak kb. 40 %-uk rendelkezik műszaki egyetemi végzettséggel, a többi 60 % műszaki főiskolát végzett. Sokkal inkább problémát jelentett a későbbiekben a továbbképzésre jelentkezők eltérő alapképzettsége. Volt közöttük építészmérnök, építőmérnök, épületgépész mérnök, gépészmérnök, mezőgazdasági építészmérnök, erősáramú vagy gyengeáramú villamosmérnök, sőt fizikus és vegyészmérnök is. Alapjában véve kétféle alapképzettséggel kellett tehát számolnunk: a mechanikai (gépész) jellegű és a villamos (erősáramú vagy elektronikai) jellegű alaptudással, de még ezeken belül is többfajta szakirányú és ágazati mélységű ismerettel. Ezt figyelembe véve, tehát elsősorban integrált tananyag megszerzése lehetett csak a cél, főleg a műszaki társtudományok fogalmi rendszerének és alkalmazási lehetőségeinek megismerése, mindezt pedig az egészségügy speciális feltételeinek és lehetőségeinek megfelelően. Ezért is nehéz dolog volt egy ilyen továbbképzést csak egy szűk szakmához köthetni megvalósítani, mivel még a műszaki tudományokon belül is igényli az interdiszciplinaritást.

---

<sup>40</sup> Lásd [10.] és [34.] irodalom!

Minden képzési formát csak a megfelelő dokumentációk alapján lehet elkezdni és lebonyolítani. Ezeket a követelményeket az idevonatkozó rendeletek minden esetben előírják, mégha az idők folyamán ezek változ(hat)nak is. Az 1992-ben hatályos rendelkezéseknek megfelelően a „klinikai mérnök” képzés célját az alábbiakban határozták meg:

*„A képzés célja: Olyan korszerű orvostechnikai és/vagy kórháztechnológiai szaktudással és gyakorlati ismeretekkel, valamint alapvető orvosbiológiai és egészségügyi szervezési-vezetési-gazdasági ismeretekkel rendelkező klinikai/kórházi szakmérnökök képzése, akik*

- a már meglévő egyetemi/főiskolai műszaki alapképzettségük alapján*
- képesek ellátni az egészségügyi intézmények (kórházak, klinikák, szakrendelők, magánklinikák és magánrendelők, diagnosztikai és rehabilitációs központok stb) orvostechnikai eszközeinek (berendezéseinek, műszereinek, eszközeinek) szakszerű és biztonságos üzemeltetését, karbantartását és időszakos ellenőrzését,*
- valamint a műszaki ellátás (energiaellátás, fűtés, levegőellátás, vizellátás, orvosiág ellátás, kórházüzemeltetés, kórházi szolgáltatások stb), és*
- a gép- eszköz- és műszer ellátás feladatait.*

*Ily módon alkalmasak arra, hogy az egészségügyi (orvosi, szakápolói) személyzettel és a gazdasági ellátás szakembereivel együtt szakszerűen vegyenek részt a gyógyító-megelőző tevékenység érdekében végzett műszaki feladatok hatékony megvalósításában.*

*Interdiszciplináris szaktudásuk alapján összekötő szerepet töltenek be az orvosok, ápolók és a gazdasági, valamint a külső műszaki szakemberek (fejlesztők, kereskedők, szervizek stb) közötti véleménycserében, a felmerülő igények és a megvalósítható műszaki lehetőségek egyeztetése során.*

*Képesnek kell lenniük az egészségügyi személyzetet betanítani az orvostechnikai eszközök, műszerek helyes, szakszerű használatára és kezelésére és sajátmaguk is felelősek azért, hogy ezek az orvostechnikai eszközök a gyógyítás céljainak megfelelően folyamatosan használatra kész állapotban legyenek.”*

Eddig az eredeti, 1990. december 13.-án beterjesztett képzési koncepció. Az azóta eltelt időszak történéseit és fejlődési eredményeit figyelembe véve, most még két dolgot tehetünk mindehhez hozzá. A klinikai mérnöknek kell a kórházakban képviselni a korszerű minőségbiztosítási elvek érvényre juttatását, mindenek előtt az orvostechnikai eszközökre vonatkozó, az Európai Unió által előírt – rendkívül szigorú – irányelvek (EU direktívák), valamint az ezek alapján, először 1999-ben hatályba lépett magyar jogszabályok betartását<sup>41</sup>.

---

<sup>41</sup> Lásd [78.] és [82.], valamint [83.] irodalom.

Ezek a jogszabályok nemcsak az orvostechnikai eszközökre vonatkozó műszaki minőség biztosítását jelentik, hanem vonatkoznak a szolgáltatások minőségére is, vagyis a használati körülményekre, a rendszeres karbantartásra és az időszakos kötelező ellenőrzésre is! Alapelvük az, hogy „orvostechnikai eszköz nem veszélyeztetheti sem a betegek, sem a felhasználók, sem az esetlegesen jelenlévő harmadik személyek életét, egészségét és biztonságát, valamint nem károsíthatják a környezetet sem.”

A klinikai mérnöknek képesnek kell lennie részt venni a kórházak (egészségügyi intézmények) gazdasági feladatainak hatékony és takarékos megoldásában is, és ehhez a megfelelő menedzsment ismeretekkel, valamint a megfelelő informatikai ismeretekkel kell rendelkeznie és képesnek kell lennie a megértést szolgáló és az eredményes megoldást kereső orvos-mérnök párbeszéd eredményes lefolytatására is.

Az eddig leírtak alapján a szakirányú továbbképzés során a hallgatók megismerték:

- a megfelelő biológiai alapfogalmakat, az alapvető biofizikai, anatómiai, élettani és kóreltani ismereteket;
- a kórházak funkcionális és strukturális felépítését, követelményrendszerét, szervezési, irányítási, üzemviteli feladatait és feltételeit;
- az egészségügyi informatika alapfogalmait és rendszerét, a számítástechnika alkalmazási lehetőségeit a kórházakban, illetve az egészségügyi irányítás és gazdálkodás terén;
- a gyógyászati diagnosztikus, terápiás és rehabilitációs orvostechnikai eszközök elvi működését, funkcionális egységeinek felépítését, üzembe helyezési eljárásait, felhasználási lehetőségeit, kezelési, karbantartási előírásait és az időszakos kötelező ellenőrzés követelményeit és azok teljesítésének lehetőségeit;
- a kórházak gépészeti, energiaellátási, és szállítási folyamatait és ezek eszközeit és berendezéseit, a folyamatos kórház-üzemeltetés feladatait és feltételeit;
- a kórházhygiénai előírásokat, eljárásokat és a kórházhygiénai berendezéseket és eszközöket, az egészségügyre vonatkozó környezetvédelmi előírásokat és azok teljesítésének lehetőségeit;
- a gyógyászati eszközökre és helyiségekre vonatkozó biztonságtechnikai és villamos érintésvédelmi előírásokat és azok ellenőrzésének módszereit;
- az egészségügyi intézmények gép-, műszer- és eszközgazdálkodásának előírásait és módszereit.

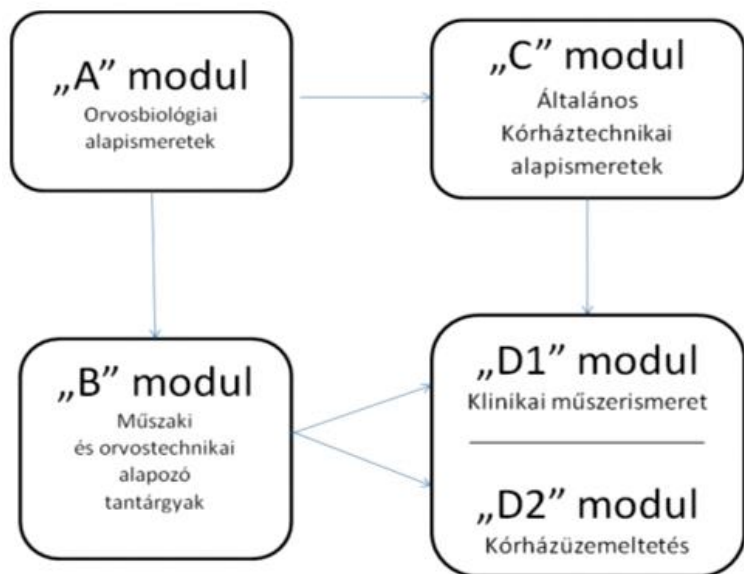
Az órászámok kialakításánál figyelembe kellett venni, hogy ez a továbbképzés levelező rendszerű, tehát a hallgatók csak meghatározott időszakokban (félévente háromszor egy hetet) jártak elméleti, vagy gyakorlati foglalkozásokra. A kötelező elfoglaltságot az önálló tanulás időszaka egészítette ki, ami legalább háromszor annyi időt jelentett, mint a tantervben szereplő órászámok. Összességében véve a 4 félév alatt  $4 \times 108 = 432$  kötelező tanóra elfoglaltságuk volt a hallgatóknak.

A tantárgyak lényegében véve négy alapvető modult alkottak (12. ábra)

Ezek a modulok (tananyagok) egymásra épültek, de egymástól függetlenül is önálló egészet alkottak. Ugyanakkor mindegyikük több részből, azaz több tantárgyból is állt.

Az első modul (vagy A modul) az *orvosbiológiai alapismereteket* tartalmazta. Összórászáruk a képzés folyamán: 138 óra volt, ami a teljes órászám kb. 32 %-a.

Oktatásukat indokolta, hogy az orvostechnikában a mérendő objektum az élő szervezet, ezért a mérés körülményeinek vizsgálatához, a mérési módszerek meghatározásához, a hibalehetőségek figyelembe vételéhez szükséges alaposan megismerni magának az élő szervezetnek a felépítését és működését. Továbbá: az egészségügyiek és a műszakiak közötti párbeszédhez és megértéshez feltétlenül szükséges a közös nyelv kialakítása, tehát az orvosi fogalmak, kifejezések megismerése.



12. ábra: A klinikai/kórházi szakirányú továbbképzés moduljai.

Az orvosi szaknyelv és az anatómiai-fiziológiai alapfogalmak megértése feltétlenül hozzátartozik a klinikai mérnök szaktudásához! A tantárgyak oktatását az Egészségügyi Főiskolai Kar Morfológiai és Fiziológiai Intézetének és Oxyológiai Tanszékének oktatói és meghívott külső orvoselőadók látták el.

A második modul (vagy B modul) a műszaki és orvostechnikai alapozó tantárgyak modulja volt.

Ennek a modulnak feladata volt a különböző alapképzettségű hallgatók közös szintre hozása és azoknak az alapfogalmaknak, alapismereteknek az átisméltése, felújítása, melyek az orvostechnikai eszközök, műszerek működésének megértéséhez, üzemeltetéséhez feltétlenül szükségesek. A hallgatók döntő többsége 1975 és 1990 között szerezte meg alapképzettségét, azaz diplomáját, tehát az ismeretek rendszerezése, sőt a legújabb, korszerű eredmények ismertetése mindenképpen szükségszerű volt.

A műszaki alapozó jellegű tantárgyak összórászáma 111 óra volt, a teljes képzési idő kb. 25 %-a. Az oktatásban az Egészségügyi Főiskolai Karon oktató mérnökoktatókon kívül részt vettek még a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola és a Budapesti Műszaki Egyetem oktatói is.

A harmadik (vagy C modul) az általános kórháztechnikai ismereteket tartalmazta.

Ezek együttes órászáma 111 óra volt, ami a teljes képzési időnek kb. 26 %-át tette ki. Az oktatók főleg az ORKI (Orvos- és Kórháztechnikai Intézet) munkatársai közül kerültek ki, de az általunk rendkívül fontosnak tartott Kórházhygienia oktatását az Egészségügyi Főiskolai Kar Közegészségügyi-Járványügyi Intézete látta el.

A negyedik modul (vagy D modul) tantárgyai jelentették a tulajdonképpeni új szakmai, orvostechnikai vagy éppen a kórháztechnológiai ismereteket, illetve az eddigi ismeretek gyakorlati elmélyítését és kibővítését. A hallgatóknak lehetőségük nyílt arra is, hogy vagy a klinikai műszerismereti (D1 modul) tantárgyak közül, vagy a kórházüzemeltetés (D2 modul) tantárgyai közül választhassanak.

A klinikai műszerismeret témakörei a fontosabb kórházi osztályok műszerigényének megfelelően kerültek ismertetésre, így önálló tantárgyként szerepelt: az elektrofiziológiai műszerek, az intenzív terápia készülékei, a fizioterápiás eszközök, a klinikai labortechnika; valamint az orvosi mechanikus és optikai eszközök és készülékek. Ez utóbbi témakörben olyan fontos eszközök kerültek ismertetésre, mint a műtőasztalok, az inkubátorok, az endoszkópok, az ultrahangos képalkotó berendezések és a legkülönbözőbb orvosi kézieszközök. Az egyes készülékcsoportok megtárgyalásánál alapvető szempont volt a működési elv ismerete, az alkalmazási körülmények számba vétele, a kiválasztás szempontjainak felsorolása, vagy az időszakos ellenőrzés módszereinek megismerése.

A kórházüzemeltetés témakörei: kórháztechnológia (energia ellátás, klímatechnika, orvosigáz ellátás stb), kórházi szolgáltatások (textil ellátás,

élelmezés, kórházon belüli szállítások stb), kórházüzemeltetés gyakorlata, szakdolgozat konzultáció.

Tekintettel arra, hogy a hallgatók megoszlása olyan volt, hogy nagyjából fele-fele arányban voltak az orvostechnikai eszközök (műszerek) vagy a kórházüzemeltetés iránt érdeklődők, ezért – saját kívánságukra – ebben a modulban közösen tanulták meg kórházüzemeltetés (például: energiaellátás, orvosigáz ellátás, hőellátás, klimatechnika, egyéb kórházi szolgáltatások stb) témaköreit is. Így olyan általános ismereteket kaptak, melyek széleskörű áttekintést adtak egy kórház mindennapos üzemeltetésének lényegéről. (Az ehhez szükséges alapfogalmakat a Kórháztechnika alapismeretek tantárgyban már az első évben megkapták.)

Összességében erre modulra 72 óra jutott, ami az összes órának kb. 17 %-a. A tantárgyak és ezen belül is a különböző témakörök oktatását nagyrészen az ORKI munkatársai végezték vagy egy-egy esetben meghívtunk nagy tapasztalattal rendelkező kórházi szakembereket is.

A harmadik félév során a hallgatók szakdolgozati témát választhattak, melyet a negyedik félévben kellett kidolgozni és az előírt határidőre beadni. A szakdolgozatok témája többnyire a hallgató saját, mindennapi munkájából származott és valamilyen, közvetlen kórházi környezetben felmerülő probléma kidolgozása volt. Az eredményes szakdolgozat feltétele a komplex záróvizsgán való részvételnek, melynek sikeres letétele után kaphatták csak meg a szakirányú továbbképzést igazoló oklevelet.

A komplex záróvizsga (korábban: államvizsga) két összevont tantárgyat tartalmazott: az egyik főleg elméleti jellegű Orvostechnikai műszerismeret, míg a másik a gyakorlati jellegű Kórháztechnikai ismeretek, amelyek egyaránt tartalmazták mind a kórházüzemeltetés, mind a kórházmenedzsment témaköreit. A hallgatóknak a záróvizsga során számot kellett adni a tanult orvosbiológiai tudásukról is az egyes témakörök szerint.

Összefoglalóan megállapíthatjuk, hogy ez a szakirányú továbbképzés az alábbi jellemző vonásokat mutatja:

- interdiszciplináris,
- sokoldalú, és
- speciális.

Az interdiszciplinaritás következett abból, hogy mind az orvosbiológiai és egészségügyi ismeretek, mind a műszaki-gazdasági ismeretek is oktatásra kerülnek. A sokoldalúság első sorban a műszaki szakterületeken belüli különböző jellegű témakörök megismeréséből következett, és ez alapján véve, mind a mechanikai (gépészeti), mind a villamos jellegű ismeretek elsajátítását jelentette.

A speciális jelleg pedig abban jelentkezett, hogy a műszaki szakismereteket alapján véve az egészségügy igényeinek és követelményrendszerének megfelelően kellett megtanulni. Olyan orvostechnikai/kórháztechnológiai

ismeretek megszerzése volt a cél, amelyeket Magyarországon sehol máshol, semmilyen másfajta képzés során ilyen mélységben még nem lehetett megszerezni.

Összefoglalóan az 1992 szeptemberében induló első évfolyam részletes tanterve látható a 13. ábrán.

Magyarázat az ábrához: a félévenkénti óraszámban az első szám az elméleti előadások száma, a második szám a gyakorlati ismereté, ami lehetett szeminárium jellegű, vagy mérési gyakorlat is. A **v**: vizsgát jelent, az **sz**: szigorlat, a **b**: beszámoló, a **gy**: mérési gyakorlat.



13. ábra: A klinikai/kórházi mérnöki szakirányú továbbképzés tanterve:

**TANTERV**  
(Érvényes: 1992. szeptember 1.-től)

	Tantárgyak	Félévenkénti óraszám				Össz.	Vizsga	Gyak
		I.	II.	III.	IV.			
							félévben	
	<i>Orvosbiológiai alaptantárgyak:</i>							
1.	Biológiai alapismeretek	10+4	–	–	–	14	1.	–
2.	Anatómia	10+4	–	–	–	14	1.	–
3.	Élettan-Kórélettan	10+4	16+4	–	–	34	2.szig.	1.b.
4.	Biofizika	12+2	12+4	–	–	30	2.szig.	1.b.
5.	Biokémia	–	–	10+0	–	10	–	3.b.
6.	Elsősegélynyújtás és katasztrófa medicina	–	–	–	4+4	8	–	4.b.
	<i>Műszaki alapoó tantárgyak:</i>							
7.	Orvosi elektronika	18+6	12+6	–	–	42	2.	1.gy.
8.	Radiológia	–	12+2	–	–	14	2.	–
9.	Orvostechnikai mérés-technika	12+0	6+6	–	–	24	1.,2.	–
10.	Számítástechnika az egészségügyben	12+4	10+6	—	–	32	1.	2.gy.
11.	Egészségügyi informatika	–	–	16+8	12+4	40	3.,4.	–
	<i>Klinikai műszer- ismereti szaktárgyak:</i>							
12.	Elektrofiziológiai készülékek	–	–	20+6	–	26	3.	–
13.	Intenzív terápia készülékei	–	–	–	12+4	16	4.	–
14.	Fizioterápiás készülékek	–	–	12+4	–	16	3.	–

	Tantárgyak	Félévenkénti óraszám				Össz.	Vizsga	Gyak
		I.	II.	III.	IV.		félévben	
15.	Mechanikai és optikai orvosi eszközök	–	–	–	10+4	14	4.	–
16.	Klinikai labortechnika	–	–	–	10+4	14	4.	–
17.	Kórháztechnológia-kórházüzemeltetés	–	–	–	12+4	16	4.	–
	Kórházismereti szaktantárgyak :							–
18.	Kórháztechnikai alapismeretek	–	12+0	–	–	12	2.	–
19.	Kórházhygiénia	–	–	12+4	–	16	3.	–
20.	Szervezés és vezetés az egészségügyben	–	–	12+4	12+4	32	4.	3.b.
21.	Gyógyászati biztonságtechnika	–	–	–	8+0	8	–	4.b.
	ÖSSZESEN:	84+24	80+28	82+26	80+28	326+106	–	–
		108	108	108	108	432	18v+2sz 6b+2gy	

### *b.) A szakirányú továbbképzés lebonyolítása*

A „klinikai mérnöki” szakirányú továbbképzés megindításának ötletadója és szakvezetője dr. Forgács Lajos főiskolai docens volt, aki 1990-től a Haynal Imre Egészségtudományi Egyetem Egészségügyi Főiskolai Karán volt mellékfoglalkozású oktató, míg főállásban az Országos Kórház- és Orvostechnikai Intézet (ORKI) munkatársa volt, majd 1997-től a Népjóléti (1998-tól: Egészségügyi) Minisztérium Orvostechnikai Főosztályának főosztályvezetője. Az ötlet 1991-ben merült fel egy, az intézményen belüli pályázat során, amelyik az egészségügyben dolgozók szervezett továbbképzésére irányult. Ennek a képzési formának a képzési célját, tantervét stb is ő dolgozta ki, amelyiket mind a Főiskolai Kar Igazgatói Tanácsa, mind az Egyetem Egyetemi Tanácsa elfogadott.

A szakirányú továbbképzés célja tehát az volt, hogy a kórházakban és más egészségügyi intézményekben dolgozó, vagy dolgozni szándékozó felsőfokú végzettségű műszaki szakemberek (mérnökök) számára megadja azokat az

orvosbiológiai és egészségügyi alapismereteket, valamint a speciális orvostechinikai/kórháztechnológiai szakismereteket, amelyek munkájuk szakszerű és magas színvonalú ellátásához feltétlenül szükségesek. Ennek megfelelően először azok számára hirdettük meg a szakirányú továbbképzést, akik már az egészségügyben dolgoznak. Ezért csak a munkamelléti, levelező rendszerű oktatás jöhetett szóba. Ennek a képzési formának az a hátránya, hogy nagyon kevés idő jut a közös foglalkozásokra és feltételezi a rendszeres otthoni tanulást és folyamatos felkészülést, mivel az előadók (oktatók) legtöbbször csak a lényeges dolgokat és az alapvető szempontokat tudják elmondani; a részletekre vonatkozóan pedig megadják az irodalmat és/vagy meghatározott témák egyéni (otthoni) feldolgozását írják elő.

A részt vevők szakértelme és a mindennapos munkájukból eredő probléma felismerés, ebből következően a megoldások keresése, a megfelelő szorgalommal párosulva jelentősen kiegyensúlyozta a levelező rendszerű képzés hátrányos oldalait. Az eredeti elképzeléseknek megfelelően a későbbi évek folyamán szándékunkban állt ezt a szakirányú továbbképzést nappali formában is megvalósítani, ez azonban soha sem valósult meg.

Az első alkalommal 29 fő jelentkezett, akik felvételi beszélgetésen vettek részt. Ezen alkalommal mindenki elbeszélgettünk arról, eddigi tanulmányai során milyen tantárgyakat hallgatott és milyen mélységben. Itt elsősorban a mérés-technikai, az elektronikai és a számítástechnikai ismeretek jöhettek szóba, hiszen a természettudományos alaptantárgyak: a matematika, a fizika, az anyagismeret, vagy anyagtechnológia nagyjából minden mérnöki szakon azonos jelleggel szerepelt. Megkérdeztük a jelentkezőktől azt is, hogy ő mit vár el ettől a továbbképzéstől és nagyon sok hasznos észrevételt kaptunk már ezeken az első találkozásokon, melyeket a továbbiakban, a képzés során igyekeztünk figyelembe venni. Szó került a jelentkezők jelenlegi munkájáról, beosztásáról, kórházi tapasztalatairól és főleg arról, milyen mértékben tudja munkahelyük is támogatni a továbbképzésben részvevőket.

Végül is az 1992 szeptemberében induló legelső évfolyamra 22 fő iratkozott be, akik közül 18-an végeztek. Ez a legendás első évfolyam, akik még ma is összetartanak és 25 éve már, hogy rendszeresen találkozót rendeztek, melyeknek minden esetben meghívott vendége volt a Szerző is, mint „tiszteltetbeli klinikai mérnök”. Erről ők állítottak ki részemre ugyanolyan diplomát, mint amilyent ők kaptak és mindegyikük aláírta. – Itt kell megemlékezni arról, hogy az ilyen képzések ellátása is rendkívül sok adminisztrációval jár, hiszen – többek között – a vidéki hallgató szállásáról is gondoskodni kellett. Ebben nagy segítségünkre volt dr. Kerekes Jánosné (Erzsike), aki a főiskolai kar tanulmányi osztályvezetője volt és a kezdetektől fogva a klinikai mérnökök „anyja”. Erzsike nagyon sokat segített az adminisztratív teendők lebonyolításában és ugyanolyan lelkes híve volt ennek a képzésnek, mint maguk a hallgatók és az oktatók is.

Egy-egy félévben (szemeszterben) a kötelező órák száma 108 órát tett ki. Ezt havonta egyszer, azaz 3 alkalommal (konzultációval) valósítottuk meg. Így egy alkalommal 36 kötelező órájuk volt a hallgatóknak. Az indulásnál még 4 napra igyekeztünk összesűriteni az órákat, azonban éppen a hallgatók kérésére alakítottuk ki az 5 napos konzultációs lehetőségeket oly módon, hogy hétfőn 11 órától pénteken 13 óráig tartottak a foglalkozások. Ez a kezdés azért volt előnyös, mert így a vidékiek (azaz a nem budapesti lakosok) is ráértek csak hétfőn reggel indulni hazulról és péntek délután már vissza is tudtak utazni. A vidéki hallgatók szállását a foglalkozások időtartam alatt diákotthonban biztosítottuk.

Félévente (szemeszterenként) 5–7 vizsgát kellett letenni a hallgatóknak. A vizsgaidőpontokat – teljesen saját választásuk alapján – általában úgy alakították ki, hogy egy alkalommal azonos tantárgyból vizsgázott minden hallgató.

Majdnem mindegyik tantárgy kb. 75 %-ban (a két évvel későbbi tanterv módosítás után már csak 60 %-ban) elméleti és kb. 25 %-ban (illetve 40 %-ban) gyakorlati foglalkozásokból állt. A gyakorlati foglalkozások sokféle funkciót betölthettek, például az orvostechikai mérés technika tantárgynál sajátmagukon tanulhatták meg a vérnyomás-mérés, vagy az EKG felvétel különböző módjait; az anatómia, vagy élettan-kórélettan tantárgyaknál a tantermi demonstrációs bemutatók voltak túlsúlyban; a számítástechnikánál és az egészségügyi informatikánál pedig számítógép mellett a programok bemutatása. A második évben pedig, amikor már szakirányú tantárgyak voltak többségben, ezek a gyakorlati foglalkozások inkább szemináriumok voltak, amik már igényelték a hallgatók közreműködését is.

Az eredeti elképélésekben szerepeltek kórházi bemutatók, kórházlátogatások is. Mivel a hallgatók többsége már sok éve kórházban dolgozott, ezeket a kórházlátogatásokat – az idő rövideje miatt – nem is igényelték. Viszont rendkívüli jó lehetőség volt mindegyik konzultációs alkalom arra, hogy egymás között is kicseréljék tapasztalataikat és észrevételeiket, megvitassák problémáikat, esetleg közösen keressék a megoldási lehetőségeket is. Egyik – le nem írt, de végül is nagyon hasznos – előnye éppen az volt ennek a szakmai továbbképzésnek, hogy széles körben megismerték egymás munkáját és egyáltalában kapcsolatokat tudtak kiépíteni egymással. Ennek következménye volt később, hogy – legalább is az első évfolyamok – rendszeresen (évente, ötévente) találkoztak egymással.

Mindenképpen szólnunk kell az oktatókról is. Mivel ilyen képzés még nem volt Magyarországon, ennek az oktatók számára is újdonság jellege volt. Rendkívüli sok munkát kellett befektetniük ahhoz, hogy eredményes munkát végezzenek. Mindenek előtt tulajdonképpen a semmiből kellett kialakítani a tantárgyi tematikákat és megírni a tantárgyi programokat. Ehhez számba kellett venni a rendelkezésre álló, meglévő szakanyagokat, amelyek nagy része csak idegen nyelven (első sorban német és angol nyelven) volt meg. Ezután következett a válogatás munkája, hiszen ki kellett választani a szakmailag legfontosabb, korszerű ismereteket tartalmazó részeket.

A legnagyobb hátráltató tényező a rendelkezésre álló kevés előadási óraszám volt. Bizony-bizony, még a sokat tapasztalt, gyakorlott oktatók előtt is igazolódott az a sokat emlegetett tény, hogy egy-egy órai színvonalas előadáshoz a felkészülési idő ennek többszöröse, sok esetben akár az 5–10-szeresét is elérheti. Gondoljunk csak arra, hogy megfelelő színvonalú bemutató anyagot (akkoriban még csak kivetítendő fóliákat) kellett készíteni és a hallgatók számára a felkészülésükhöz szükséges útmutatókat is megírni. – Ezt csak azért hangsúlyozzuk ki, mert a levelező oktatás sajátosságából adódóan, a látszólag kevés óraszám mögött is nagyon sok munka van. Az oktatók között egyetemi professzorok, főiskolai tanárok, s a szakmában dolgozó, tapasztalt mérnökök voltak. A „klinikai mérnök”-képzés elindításában, lefolytatásában végzett munkájukért ezúton is elismerés illeti őket!

Az orvos oktatók rendkívüli igyekezettel úgy alakították ki az ismertetésre kerülő tananyagot, hogy a másfajta érdeklődésű és másfajta gondolkodásmódhoz szokott mérnökök számára is érdekes, figyelemfelkeltő és érthető legyen. Ők maguk is majdnem minden esetben csak az elismerés hangján nyilatkoztak a hallgatóság érdeklődéséről, sőt aktivitásukat sokkal jobbnak ítélték meg az egészségügyi képzésben részt vevő, nappali hallgatókénál is. Azt hisszük, hogy a mérnökök és az orvosok közötti „közös nyelv” megteremtésének első lépése itt és ezen a fórumon eredményes volt.

Külön ki kell emelnünk az Állami Záróvizsga Bizottság összetételét. A továbbképzés interdiszciplináris jellegét jól mutatja, hogy a bizottságban két orvos, két mérnök és egy közgazdász végzettségű vizsgáztató volt, akik mindegyike doktori fokozattal rendelkezett, sőt hárman közülük kandidátusok is voltak.<sup>42</sup>

Úgy gondoljuk, hogy a továbbképzés szakmai színvonalát is meghatározza ez a tény, s bizony csak dicséretet érdemel az a vizsgázó, aki ilyen magasan kvalifikált személyekből álló bizottság előtt sikerrel vizsgázott.

Itt kell említést tennünk még egy dologról! Ugyanis a „klinikai mérnök”-képzés ötletének felmerülésétől kezdve a szervezés és a lebonyolítás ezernyi útvesztőjén keresztül nem mindig egyforma mértékben éreztük magunk mögött az egyértelmű és határozott támogatást. Ezért aztán a Népjóléti Minisztérium Illetékes Főosztályának idevonatkozó levele alapján a felvételi beszélgetéseken minden hallgató figyelmét felhívtuk a következő két dologra:

1. „a megfelelő, elismert diploma” kérdésére és arra
2. „a munkajogi kérdésre, hogy ezen képzettség megszerzése jelent-e hivatalos elismerést a végző számára”.

---

<sup>42</sup> Megjegyzés: ez utóbbi fokozat akkoriban még akadémiai fokozatnak számított, a későbbi felsőoktatási rendeletek ezt a fokozatot eltörölték, illetve PhD fokozatnak minősítették.

A kételkedők meggyőzése érdekében ezúton is szeretnénk kihangsúlyozni, hogy a képzés eredményeként kapott diploma államilag elismert és jogszerű. A képzést a Haynal Imre Egészségtudományi Egyetem Egészségügyi Főiskolai Kara az akkor hatályos 7/1987. (VI.29.) MKM sz. rendelet alapján indította az 1992/93. tanévben. Az Egészségügyi Főiskolai Kar 1995-ben történt akkreditációja [OAB 1995/5/VIII/2. számú határozat] a szakot akkreditálta.

A munkajogi kérdések terén azonban még mind a mai napig (azaz 2019. október 31.-ig) nem nyert hivatalos elismerést a „klinikai mérnök”, vagy „kórházi mérnök” megnevezésű szakma az egészségügyben, bár az ennek elismeréséhez szükséges szakmai követelményrendszer kidolgozása már 1995-ben megtörtént és mindez nyilvánosságra is került a *Kórház- és Orvostechnika* című szakmai-tudományos folyóirat 1995/6. számában, és ennek folytatása a folyóirat 1996/1. számában<sup>43</sup>.

Szeretnénk még idézni a Magyar Kórházszövetség 1992. június 8.-i leveléből: „Rendkívül figyelemre méltó, hogy szervezett formában, magas képzési fokon, megfelelő szakmai és műszaki háttérrel rendelkező intézmény indít mérnökszakosító képzést... A klinikai mérnök szakosítót támogatni kell, ehhez lehetőséget kell biztosítani minden kórház műszaki osztályvezetőjének, főmérnökének és egyéb kiemelt mérnöki feladatokat ellátó személyének... Az egészségügyben feltételként lehetne szabni (2 év múlva) – műszaki osztályvezetői, vagy főmérnöki állás betöltésénél – e szakosító elvégzését... A Magyar Kórházszövetség örömmel üdvözli ezt a hiányt pótló szakképzési lehetőséget, mely a kórházak üzemeltetéséhez elengedhetetlenül szükséges.” Ez a támogató ötlet azonban mind a mai napig csak álom maradt!

### *c.) A továbbképzés első két évének tapasztalatai*

Mint minden vadonatúj dolog, ez a képzés is magán viselte a kezdeti próbálkozások nehézségeit. Egyrészt nagy várakozásokkal teli, szinte mindent szeretett volna megvalósítani, ami szakmailag csak lehetséges, ugyanakkor kötött volt az időbeli korlátokat és az anyagi lehetőségeket illetően. Ezért kezdettől fogva alapelvnek tekintettük a rugalmasságot, s akár még menetközben is, – természetesen csak a tanterv adta lehetőségeket figyelembe véve – készen álltunk az esetleges változtatásokra és kiegészítésekre. Kiindulási alapunk az elfogadott képzési koncepció és tanterv volt. Ennek alapján készültek el a tematikák és a tantárgyi programok, amelyek szerint folyt az oktatás.

Az első két év (két évfolyam) tapasztalatainak számbavételénél nem térhetünk ki minden dologra, csak a következő lényeges szempontokat említenénk meg:

- a hallgatóság összetétele, szakmai alapvégzettsége,
- tantervi tapasztalatok és módosítások,

---

<sup>43</sup> Lásd: [56.] és [57.] irodalom

- a rendelkezésre álló oktatási/tanulási nyomtatott anyagok kérdése,
- a hallgatóság reagálása, vélemény nyilvánítása,
- ismertség, elismertség kérdése,
- a tandíj és az anyagi lehetőségek kérdése.

### *A hallgatóság szakmai alapképzettsége:*

A hallgatóság várható összetétele eleve meghatározta az oktatás tartalmát és mélységi szintjét. Az előzetes várakozásoknak megfelelő volt a hallgatóság megoszlása, az egyetemi alapvégzettségű (mai terminológia szerint: MSc fokozatú) volt 40 %, míg főiskolai alapvégzettségű (mai terminológiával: BSc fokozatú) 60 %-uk. Sokkal érdekesebb azonban az alapképzettség jellege szerinti megoszlás:

- villamosmérnök: 40 %,
- gépészmérnök: 30 %,
- épületgépész mérnök: 18 %.
- építőmérnök: 7 %,
- vegyészmérnök: 5 %.

De a villamos szakirányú mérnökök között is volt erősáramú, gyengeáramú végzettségű, míg a gépészeti (mechanikai) szakirányú mérnökök között volt általános gépészmérnök, gyártástechnológus, gépipari automatizálási, illetve mezőgazdasági gépészmérnök is. Ez a megoszlás jól tükrözi azt, hogy a kórházakban mennyire vegyes szakirányú az ott dolgozó mérnökök alapképzettsége. Ezek az adatok és a hallgatók szakmai érdeklődése azt mutatja, hogy – az előzetes elképzelésekkel szemben – sokkal nagyobb figyelmet kell fordítani a kórháztechnológia/kórházüzemeltetés területére.

Részletesebben megvizsgáltuk, hogy alaptanulmányaik során tanultak-e valamilyen (legalább csekély) mértékben orvostechikai ismereteket. Azt kellett tapasztalnunk, hogy szinte alig. A jelentkezett 55 fő között összesen 5 fő (kb. 10 %) volt, aki régebben a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskolán az orvostechikai ágazati képzésben részt vett. Érdekességként említjük meg, hogy a hallgatók között külföldi egyetemeken/főiskolákon oklevelet szerzett, de itthon honosított, magyar anyanyelvű diákok is voltak, akik varsói, bukaresti, Ivovi, zágrábi felsőfokú intézményekben szereztek meg mérnöki alapképzettségüket.

### *Oktatási tapasztalatok, tanterv módosítás:*

A tanterv kialakítása – mint már említettük – a képzési cél elemzése alapján, elméleti megfontolások és a nemzetközi tapasztalatok figyelembe vételével történt.

Az első év oktatási és vizsgatapasztalatai, valamint a képzés iránt érdeklődők véleményei alapján már az első év végén javaslatot tettünk a tanterv részleges módosítására, az alábbi indokok alapján:

- A hallgatók kevésnek tartották a biológiai-fiziológiai alapokra fordított időt, nemcsak újdonság jellege miatt, hanem mert rendkívül érdekelte őket ez a szakterület. (Ez az, ami a műszaki végzettségűek számára valóban új ismeret volt és munkahelyükön viszont érteni kellett hozzá.)
- A műszaki alaptantárgyak oktatása során – éppen a sokféle alapképzettség miatt – problémát okozott az elektronikai alapismeretek elsajátítása. A villamos alapképzettségűek számára kevés új ismeretet nyújtott, míg a másfajta alapképzettségűek alig foglalkoztak még az elektronika alapjaival sem. Ezért a módosított tantervben megváltoztattuk a tantárgy elnevezését is és leszűkítettük csak az orvostechikai eszközök működésének megértéséhez szükséges alapismeretekre. Sőt, lehetővé tettük, hogy két csoportban történjenek a foglalkozások, azaz a „haladók” korszerűbb ismereteket is kapjanak.
- A számítástechnikai alapismeretek első tematikai változatánál túl soknak tartották a hallgatók a tényleges alapismeretek átismétlését, ezért inkább csak a számítástechnikának az orvosi alkalmazásokban növekvő szerepét hangsúlyoztuk ki.

A második oktatási év tapasztalatai és a hallgatók véleménye alapján a következő problémák adódtak:

- Úgy tűnik, hogy az orvostechikai/kórháztechnikai szakismeretek (klinikai műszerismeret, kórházüzemeltetés stb) oktatására szánt idő kevés, nem lehet elmélyülni az egyes témakörök elemzésében. Fontos részek egyszerűen bele sem fértek már a tematikába (például a lézerek orvosi felhasználása stb), számos témáról csak összefoglaló jelleggel lehetett beszélni. Sajnos, az óraszámokat nem lehetett növelni, a megoldást abban láttuk, hogy a legfontosabb új eredményekre, lehetőségekre felhívtuk a hallgatók figyelmét, megadtuk az esetleges irodalomforrásokat és a többit már önszorgalommal lehetett elsajátítani. Ebből a szempontból nagyon hasznosak a szakdolgozati témák, hiszen egy-egy hallgató így elmélyedhet egy kiválasztott szakterület megismerésében. Ezek a problémák előrevetítik egy későbbi, szervezett továbbképzés szükségességét is.
- Többen szorgalmazták a korszerű szervezési, vezetési és gazdasági ismeretek még bővebb szintű oktatását. Ezt részben a tematika arányainak



módosításával, részben csekély óraszám növeléssel, illetve a gyakorlati (szemináriumi) foglalkozások aktívabbá tételével tudtuk megoldani.

- Figyelembe véve a hallgatók alapvégzettségét és érdeklődési köreit, szükségesnek tartottuk a kórházüzemeltetés szakismereteit növelni, illetve a kétféle szakirány választható módon történő ketté választását. Számunkra is meglepetés volt viszont, amikor a hallgatók úgy nyilatkoztak, hogy ők tulajdonképpen mindkét féle szakirány tantárgyait szeretnék hallgatni. Ez is azt igazolta, hogy Magyarországon nagyon nehéz élesen külön választani a klinikai műszermérnöki és csak kórházüzemeltető mérnöki szakterületeket. (A kórházakban dolgozó mérnököknek mindkét fontos szakterülethez értenie kell!) Ezért lehetővé tettük a hallgatóknak, hogy mindkét szakterülethez tartozó tantárgyakat hallgathassák és csak a szakdolgozati témák választásánál különült el a két fő szakterület.

Összefoglalóan megállapíthatjuk, hogy már az első év tapasztalatai és a hallgatók hasznos észrevételei alapján a lehetőségekhez mérten azonnal törekedtünk az eredményes képzéshez szükséges optimális tanterv megvalósítására. Ennek következtében – az eredetileg tervezetthez képest – megváltozott az egyes modulok egymáshoz való viszonyítása is és némileg megváltozott egyes tantárgyak órászáma is. Ez az 1993. szeptember 1.-től érvényes tanterv azután megmaradt egészen a 2000-es évek elejéig (lásd a 14. ábrán).

### *Tankönyvek, jegyzetek, oktatási segédletek:*

Minden oktatás eredményességét nagyban befolyásolja a hallgatók rendelkezésére álló nyomtatott tananyagok mennyisége és színvonala. Különösen igaz ez a levelező tagozatos képzés esetén, hiszen a kevés közös foglalkozás miatt a hallgató egyre inkább arra kényszerül, hogy ismereteit a tankönyvekből, a szakirodalomból szerezze meg. A konzultációs alkalmakkor csak a lényeges dolgok összefoglalására, rendszerezésére, a kevésbé érthető dolgok rövid magyarázatára és a szakanyag további kiegészítésére kerülhet sor. Vagyis ez a fajta oktatás feltételezi, hogy a hallgató a foglalkozások során már tisztában van a megtanulandó anyagrészelvi alapjaival, mivel ezeket az otthoni, önálló tanulási időszakában már elsajátította.

Még inkább így van ez az orvostechika/kórháztechnológia területén. Említést tettünk már arról, hogy magyar nyelvű szakirodalom ezen a téren alig van. Nyilvánosságnak szánt, műszaki szemléletmódú szakkönyv utoljára 1982-ben jelent meg és csak egyetlen felsőfokú szintű, főiskolai oktatásra alkalmas jegyzet található a Műszaki Könyvkiadó kiadásában a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola megrendelésére 1982-ből és 1984-ből, melynek megírásában a Szerző is részt vett.

14. ábra: A klinikai/kórházi mérnöki szakirányú továbbképzés tanterve 1993-tól:

## TANTERV

(Érvényes: 1993. szeptember 1.-től)

	Tantárgyak	Félévenkénti óraszám				Össz	Vizsg.	Gyak.
a) Orvosbiológiai alaptantárgyak							félévben	félévben
1.	Biológiai alapismeretek	8+4	6+3	–	–	21	1.,2.	–
2.	Anatómia	9+6	9+6	–	–	30	1.,2.	–
3.	Élettan-Kórélettan	6+6	9+6	9+9	–	45	2.,3.sz	1.,b.
4.	Biofizika	9+3	6+3	–	–	21	2.	1.,b.
5.	Elsősegélynyújtás és katasztrófa medicina	–	–	–	6+3	9	–	4.,b.
6.	Alk. kémia-Biokémia	–	–	8+4	–	12	–	3.,b.
b) Orvostechnikai és műszaki alapozó tantárgyak								
7.	Orvostech. áramkörök	0+18	0+12	–	–	30	–	1,2gy
	gyakorlat (külön KLM,	külön	KÜM					
8.	Radiológia	–	12+0	–	–	12	2.	–
9.	Orvostechnikai alapismeretek	12+6	8+4	–	–	30	1.v 2.sz.	–
10.	Számítástechnika	9+6	0+12	–	–	27	1.	2.,b.
11.	Egészségügyi informatika	–	–	6+3	9+6	24	4.	3.b.
c) Klinikai műszerismereti és kórháztechnológiai szaktantárgyak:								
12.	Orvostechnikai műszerismeret	–	–	15+6	15+6	42	3.	4.,b.
13.	Kórháztechnológia	–	–	9+6	–	15	3.	–
14.a	Klinikai labortechnika	(választható)			12+3	15	4.	–
14.b	Kórházüzemeltetés							
15.a	Orvosi mechanikai és optikai eszközök	(választható)		12+3	–	15	3.	–
15.b	Környezetvédelem az egészségügyben							
d) Kórháztechnikai ismeretek:								
16.	Kórháztechn. alapism.	6+0	12+0	–	–	18	2.	1.b.
17.	Kórházmenedzsment ism.	–	–	12+6	12+6	36	3.,4.	–
18.	Gyógyászati biztonságtechnika	–	–	–	6+3	9	–	4.b.
19.	Kórházhygiénia	–	–	9+6	–	15	3.	–
20.	Szakdolgozat konzultáció	–	–	–	0+6	6	–	4.b.
	Összesen/félév	59+49	62+46	68+40	72+36	–	–	–
	Összes óra:	108	108	108	108	432	21	11

Azóta pedig már számos új, korszerű műszert fejlesztettek ki; számos új mérési eljárás és vizsgálati módszer született, melyeket széles körben alkalmaznak is már az egészségügyben. Még rosszabb a helyzet a kórháztechnológia/kórházüzemeltetés területén, ahol 1976-ban jelent meg utoljára átfogó ismereteket nyújtó szakkönyv. Nos, ilyen előzmények után nagyon nehéz helyzetben voltunk az ajánlott nyomtatott tanulási anyagokat illetően.

Első közelítésben csak idegen nyelvű, főleg angol és német nyelvű orvostechikai irodalmat tudtunk megadni. Egy európai szintű, korszerű szakirányú továbbképzés ugyan feltételezi a hallgatóság idegen nyelvi tudását is, de ez – ismerve a magyarországi idegennyelv oktatás nehézségeit – ez esetben nem volt elvárható.

Mind ezek ellenére, a szakirányú továbbképzés során – úgy érezzük – aránylag jól, pozitív módon sikerült megoldani az oktatási segédletek kérdését. Kifejezetten idevonatkozó jegyzetet nem írtunk, hiszen ennek pénzügyi fedezetére semmiféle lehetőség nem mutatkozott. Viszont különböző szakkönyvekből, főiskolai jegyzetekből, sőt szakmai folyóiratokból kijelöltünk részeket, melyeket ismertettünk a hallgatókkal. – A szakismeretek elsajátításához felhasználtuk az előadások vázlatait, kivetített anyagait is és ezekből oktatási segédleteket (szemelvénygyűjteményeket) állítottunk össze és ezeket másolatok formájában a hallgatók rendelkezésére bocsátottuk. Ezáltal biztosítható volt a jó felkészülés lehetősége a konzultációs alkalomra. Az így elkészült oktatási segédanyag majd 900 oldalt tett ki, melynek összeállítása komoly munkát igényelt mind az előadóktól, oktatóktól, mind a szerkesztőtől, akik önzetlenül, honorárium nélkül végezték el ez a munkát.

### *Hallgatói vélemények:*

A hallgatókkal való közvetlen kapcsolat nagyon jó volt. Kezdet kezdetétől fogva hangsúlyoztuk, hogy ilyen szakirányú továbbképzésben, mint kollegák vagyunk egymás mellett és mindegyikünk segít a másiknak, amiben nagyobb tudása, vagy tapasztalata van. Ez egyértelműen vonatkozik a „tanár-diák” viszonyra is. Állandó visszajelzést kaptunk a hallgatóktól, mire kíváncsiak, mit kell mélyebben átvenni, mi az, ami esetleg felesleges stb. Ezért is tudtunk már menetközben is változtatni a tantárgyi arányokon és figyelmünket a fontosabb, érdekesebb, vagy a legújabb, legkorszerűbb témák felé irányítani. Ez a szakirányú továbbképzés a hallgatók (azaz: kollegák!) aktív hozzáállása, segítőkészsége nélkül nem jöhetett volna létre! Sokkal inkább együttes munka volt, mint a szervezett oktatások általában.

Már az oktatás kezdetén, sőt már a felvételi beszélgetések során megerősítették a hallgatók, hogy rendkívül nagy szükség van erre a továbbképzésre. Saját példájukon érzik, hogy mindenképpen kell! Legtöbbjük úgy került kórházba dolgozni, hogy a kórház sajátos viszonyairól, hierarchikus rendszeréről, speciális követelményeiről fogalma sem volt. Kezdetben idegenül érezték magukat ebben a

környezetben, ahol még a velük egyenrangú végzettségű orvosok mondanivalóját sem értették sokszor. Ez ösztönözte őket arra, hogy keressék a lehetőségeket ismereteik bővítésére, kiszélesítésére. Ezért örültek nagyon ennek a továbbképzési lehetőségnek.

### *Ismertség, elismertség:*

Vajon tényleg tud-e/tudott-e mindenki a „klinikai mérnök”-képzésről, aki érdekelt és aki illetékes annak eldöntésében, hogy mennyire fontos és hasznos ez a képzés? Pontosabban: elegendő információval rendelkeznek-e ahhoz, hogy ebben a kérdésben felelősségteljes módon dönthessenek? Ehhez ugyanis ismerni kell/kellene magának a „clinical engineering”-nek a fogalmát, szerepét és jelentőségét az egészségügyben. Ezért kezdtük ezt a tanulmányunkat is az alapvető fogalmak értelmezésének magyarázatával<sup>44</sup>.

Sajnos, azt kell mondanunk, hogy még a legszűkebb szakmai körökben is csak kevesen tudtak a „klinikai mérnök”-képzésről. Annak ellenére, hogy – az újságokban való meghirdetésen túlmenően – a képzés megindítása előtt, 1992-ben minden kórházigazgatónak küldtünk egy figyelemfelhívó és ismertető levelet. Első sorban ugyanis a kórházak vezetőin (orvosigazgatókon, gazdasági igazgatókon, műszaki vezetőkön) múlik, hogy felismerjék a klinikai/kórházi mérnökök alkalmazásának szükségességét és ehhez biztosítsák a megfelelő feltételeket.

Nagyon jól tudjuk, hogy még a legjobb áru eladásához is szükség van a jó reklámra. Ebben a vonatkozásban, bizony nagyon háttérben voltunk! Mindenképpen szükség lett volna a nagyobb nyilvánosságra, vagyis nemcsak a szűk szakmai (orvosi?, műszaki?) közvélemény tájékoztatására, hanem széles körben ismertté kellett volna tenni ezt a képzési lehetőséget akár a nyomtatott sajtó, akár a tömegtájékoztató eszközök segítségével. Így talán biztosabban eljuthatott volna az információ az érdekeltekhez! – Ebben, csak a szakmánkhöz kapcsolódó társadalmi szervezetek: a Mérnöki Kamara Egészségügyi-Műszaki Tagozata és a MEDING Országos Orvostechikai Egyesület voltak segítségünkre.

### *A képzéssel kapcsolatos költségek:*

Szólnunk kell az anyagi feltételekről is! Ez a szakirányú továbbképzés ugyanis teljes mértékben önköltséges volt. Ami azt jelentette, hogy a mind a terembérletet, mind a rezsi költségeket, mind az óraadói tiszteletdíjakat, mind az esetleges másolásokkal, levelezésekkel, hirdetésekkel stb kapcsolatos költségeket a hallgatók által befizetett tandíjból kellett fedezni. Az előzetes kalkuláció alapján 1992-ben 29.000 Ft/félév tandíjat állapítottak meg, ami 20 fővel számolva kezdetben még

---

<sup>44</sup> Lásd: 4. fejezet

éppen elegendőnek látszott. (Ez az összeg, akkor egy kórházban dolgozó mérnök havi fizetésének kb. fele, kétharmada volt!)

A kórházakban dolgozó mérnökök nagy részének a munkahely – különböző feltételek mellett – kezdetben még megtérítette ezt az összeget, de az évek során egyre több kórház került nehéz anyagi helyzetbe és képtelen volt megfizetni még a nem túl magas tandíjat sem. A 90-es évek során a költségek minden évben jelentősen emelkedtek, így a tandíjakat is emelni kellett. Hozzá kell tenni, hogy a HIETE Egészségügyi Főiskolájának alkalmazottjai nem kaptak óradíjat, csak az úgynevezett külső előadók kaptak csekély tiszteletdíjat a néhány órás előadásaiért. Az oktatás szervezői, a tananyagok előkészítői szellemi tevékenységükért egy fillért sem kaptak, lelkesedésből, szakmaszeretetből végezték munkájukat.

Külön ki kell emelni, hogy a „Mérnökök az egészségügyért” Alapítvány és a MEDING Országos Orvostechikái Egyesület is, pályázati alapon néhány hallgatónak mindig biztosította a tandíjat.

#### *d.) Az Orvostechikái és Számítástechika Tanszék megalakulása*

Jelentős év volt az 1994-es év, mivel július 1.-vel megalakult az *Orvostechikái és Számítástechikái Tanszék*, Magyarországon a legelső ilyen tanszék, amelyik nevében viselte az orvostechika szót is!

Az Orvostechikái és Számítástechikái Tanszék – nevéből eredően is – két nagy tantárgy csoport oktatását látta el:

- a Számítástechikái alapismeretek és
- az Egészségügyi műszaki ismeretek óráit (Lásd később, a 9.4.2 fejezetben!)
- Ezen kívül pedig a klinikai/kórházi szakirányú továbbképzés összes óráit szervezte, illetve ellátta.

Az első tanszékvezető: dr. Simon Kis Gábor volt, aki egyúttal a HIETE egyetemi docense is volt (mellékfoglalkozásban), rajta kívül 4 főállású és 5 mellékfoglalkozású oktató volt a tanszéken. 1996. december 1-től pedig 1997. június 30-ig dr. Forgács Lajos kapott megbízott tanszékvezetői kinevezést. (1997-ben a minisztériumi főosztályvezetői beosztása miatt erről a posztról lemondott.) Ezután rövid ideig dr. Jobbágy Ákos, a BME egyetemi docense lett tanszékvezető, majd pedig dr. Zoltai József, szintén a BME egyetemi docense.

A tanszék első 3 évéről készült egy beszámoló, ezt 1997-ben a Főiskola Kari Tanácsa is megtárgyalta és elfogadta, nyilvánosságra is hozta és bemutatást is tartottunk a Főiskola oktatói számára. Ezen a bemutatón megjelent és előadást tartott Richter Nándor (1931–2015), az Orvostechikái Egyesületek Világszövetségének (IFMBE) 1985–1988 közötti elnöke is.

Az 1994. év másik nagy eseménye volt az úgynevezett FEFA pályázat megnyerése. (FEFA = Felzárkózás az Európai Felsőoktatási Alaphoz.) Ezt a pályázatot a felsőoktatási intézmények részére írták ki tananyag korszerűsítésre és a hasonló képzést folytató európai intézményekkel való kapcsolat felvételére.

1995 elején már két klinikai mérnöki évfolyam oktatása történt párhuzamosan. A következő két év tehát – döntő módon – a FEFA 1360 pályázat megvalósításával telt el.

A FEFA 1360 számú pályázat címe: *„Az európai követelményeknek megfelelő graduális és posztgraduális képzés kialakítása az orvostechika/kórháztechika („clinical engineering”) területén”*. A részt vevő intézmények a következők voltak:

1. A Kandó Kálmán Műszaki Főiskola Mikroelektronikai és Technológiai Intézete, ahol korábban a kórházüzemeltető szakmérnökök képzése folyt;
2. a Kandó Kálmán Műszaki Főiskola Műszertechnikai és Automatizálási Intézete, ahol korábban elkezdődött az orvostechikai ismeretek oktatása;
3. a Haynal Imre Egészségtudományi Egyetem (HIETE), Egészségügyi Főiskolai Kar Orvostechikai és Számítástechnikai Tanszéke, ahol elkezdődött a klinikai mérnöki szakirányú továbbképzés és
4. az Országos Kórház- és Orvostechikai Intézet, ahol a szakértők hatékony segítséget tudtak nyújtani a továbbképzési elképzeléseinkhez.

A kapcsolattartó intézet: a HIETE Egészségügyi Főiskolai Kar Orvostechikai és Számítástechnikai Tanszéke volt és egyszemélyi felelőse dr. Forgács Lajos lett.

A pályázat fő célkitűzései:

1. A klinikai/kórházi mérnöki szakterületek feladatkörének összeállítása (a pályatükör felvétele).
2. Tájékozódás külföldi képzési rendszerekről, ezen belül tanulmányutak külföldi helyszíneken, külföldi szakértők meghívása Magyarországra.
3. Képzési koncepció, tantervi irányelvek, tantárgyi kurrikulumok (részletes tematika) kialakítása.
4. Jegyzetek, kéziratok elkészítése, oktatási segédanyagok összeállítása.

A következő két év tehát – döntő módon – a FEFA 1360 pályázat megvalósításával telt el. Legelső feladat volt a klinikai és kórházi mérnökök szakmai követelményrendszerének összeállítása. Ez egy 35 oldalas dolgozat lett, amiben számba vettük

- az alapvető definíciókat,
- a magyarországi helyzet áttekintését, valamint
- mind a kórházüzemeltető (kórházi) mérnökök,
- mind a klinikai mérnökök (kórházi műszermérnökök) feladatkörét, majd meghatároztuk

- *a velük szemben támasztott alapvető műszaki követelményeket,*
- *az egészségügyben dolgozókkal szemben támasztott speciális követelményeket és*
- *a szakképesítés eléréséhez szükséges speciális szakmai követelményeket.*

Ez az anyag azután egy orvostechikai szakmai konferencián került nyilvánosságra és megvitatásra. A konferenciát 1995. július 5.–6.-án az OKTÁV Esztergom-Kenyérmezői oktatási központjában tartottuk 90 fő részt vevővel. Mottója: „Irány Európa!” volt. Ezért előadások hangzottak el a minőségbiztosítás problémáiról és az EU orvostechikai direktíváiról is. A tanulmány teljes anyaga megjelent a Kórház- és Orvostechika szakmai-tudományos folyóirat 1995/6. (december)-i és 1996/1. (február)-i számában (lásd: [56. és [57.] irodalom).

Ezen a konferencián a referátumhoz csatlakozva elmondták véleményüket az előzetesen felkért hozzászólók is és utána élénk vita bontakozott ki. Többek között felvetették a „klinikai mérnök” szóhasználat jogosságát is, mondván: „A vásárosnaményi kis kórházban hogy dolgozhat klinikai mérnök?” Válaszként részletesen kifejtésre került a „klinika, klinikum” szó jelentése és értelmezése is, mivel Magyarországon ez alatt első sorban az orvosegyetemekhez tartozó gyógyító egységeket értik. Pedig az angolszász értelmezés sokkal szélesebb körű és ebbe a fogalomkörbe bele tartozik minden, ami „beteg közelben” történik. Másrészt pedig a nemzetközi gyakorlatban a „clinical engineering” fogalma általánosan elfogadott. – Mások viszont erőteljesen hangsúlyozták a technikus szintű képzés fontosságát és a műszaki középfokú végzettségűeknek az egészségügyben történő alkalmazását. – A harmadik felmerülő probléma: a pénz kérdése volt. Ki fogja finanszírozni majd a javasolt képzéseket? Egyáltalában a kórházaknak érdekük-e magasan képzett műszakiak alkalmazása?

A konferencián történekről egy közös állásfoglalást is nyilvánosságra hoztunk. Időszerűségénél fogva közöljük ezt a Nyilatkozatot a Mellékletek között, mivel a benne foglaltak jellemzőek az akkori viszonyokra.

A következő FEFA-tanulmány: a „*A klinikai és kórházi mérnökök képzési követelményeinek és képzési irányelveinek kidolgozása.*” volt. Ez tulajdonképpen az eddigi klinikai mérnöki szakirányú továbbképzés anyagának átdolgozása, kibővítése volt. Ennek az anyagnak a figyelembe vételével sikerült évek múlva (2002-ben) ismételt akkreditáltatni a klinikai mérnöki szakirányú továbbképzést.

1996-ban készült el egy tanulmány „*A klinikai és kórházi mérnökök képzésének nemzetközi áttekintése*”-ről. Ebben, az 1. rész tartalmazta a „clinical engineering” és a „hospital engineering” fogalmát és értelmezését, majd a klinikai mérnökök feladatörét és alkalmazási lehetőségeit. A továbbiakban említés történt az orvostechikai oktatás kezdeteiről Európában az 1960-as, 1970-es években. Majd részletesen ismertetésre került az orvostechikai oktatás helyzete az 1990-es években. Ennek során 23 országból 90 egyetemen és 24 főiskolán folyó orvostechikai oktatást említett a Szerző, és részletezte az egyes országokban

meglévő orvostechnikai képzést röviden. A tanulmány összesen 81 oldalt (azaz kb. 7,5 ívet) tett ki és tartozott hozzá egy irodalomjegyzék is 62 irodalmi vonatkozás felsorolásával (lásd: [10.] irodalom).

A következő megvalósíthatósági tanulmány egy „*Javaslat nappali első szakirányú továbbképzés indítására*” címet viselte. Ez tulajdonképpen folytatása, avagy kiegészítése volt az előzetesen már elkészített képesítési követelményeknek és a képzési irányelveknek, csak most konkrét javaslat született arról, hogy a Kandó Főiskolán elvégzett három éves képzés után, azok, akik klinikai mérnöki szakterületet választják, egy további egy év nappali képzés után kapjanak klinikai mérnöki, vagy kórházi mérnöki oklevelet. Ez a 4. évi képzés az Egészségügyi Főiskola kereteiben történt volna. – A javaslat azonban nem váltott ki semmiféle érdeklődést (még bírálatot sem!), mert akkor még nem voltak meg azok a szervezeti keretek, amelyek lehetővé tették volna ilyen képzés indítását. Ugyanis, az úgynevezett „bolognai rendszerű” oktatásra való áttérés után (azaz a 2003-as felsőoktatási törvény megjelenése után) lett volna csak lehetőség arra, hogy ehhez hasonló, az alapképzés utáni mesterképzésben (MSc szintű képzésben) gondolkozhassunk. – Így csupán egy elképzelés lett a sok közül, ami maradt az „íróasztal fiókban”.

Példaként elkészült még egy főiskolai jegyzet is: *Az Európai Unió Orvostechnikai Eszközökre vonatkozó Előírásairól (Direktíváiról)*. Az oktatási segédlet 6 témából állott. Mindegyik téma esetén először meghatároztuk az oktatási-tanulási célt, majd következett a módszertani útmutató, azaz miről szól az a résztéma; mi a lényeges abban a résztémában; mi az, amit feltétlenül meg kell jegyezni; mi mivel van összefüggésben és mi mire hasznosítható. Ezután következett a tényleges szakanyag, amelynek végén mindig szerepelt egy rövid összefoglaló. Befejezőként pedig 20–25 kérdésből álló, úgynevezett ellenőrző-ismétlő kérdések szerepeltek. Ily módon ez a jegyzet akár önálló tanulásra is alkalmas anyag volt.

A Tanszék jelentős tevékenysége volt, hogy részt vett a két évvel később, 1996. augusztus 23. és 26. között Budapesten megrendezett „BUDAMED’96 elnevezésű 10. Magyar Orvostechnikai Konferencia és vele együtt az 1. Magyar Klinikai Mérnöki Konferencia megszervezésében és lebonyolításában. Ekkor használtuk első ízben a BUDAMED elnevezést. A konferenciát szakmailag támogatta az IFMBE és egyidejűleg itt tartotta éves gyűlését az IFMBE Clinical Engineering Division-ja (CED) is.

A konferencián regisztrált személyek létszáma: 120 fő volt, ebből 23 külföldi 14 országból. Az előadások száma: 75 volt, 3 szekcióban. *A 3. szekciót, amelyik teljes egészében az orvostechnikai/klinikai mérnöki oktatás/képzés problémáiról szólt a HIETE Egészségügyi Főiskolai Karának Orvostechnikai és Számítástechnikai Tanszéke kezdeményezte.* Ebben a szekcióban augusztus 26-án, hétfőn elhangzott összesen 25 előadás, amelyből 7 előadást a külföldi résztvevők tartottak meg. Az előadások vagy angolul, vagy magyarul hangzottak el,



szinkrontolmácsolással. Ezen előadások mindegyike megjelent a BUDAMED'96 Előadás Közleményekben magyarul és angolul is (lásd: [62.]-tól [79.] irodalom).

A konferenciáról nagyon részletes ismertetés jelent meg a *Kórház és Orvostechnika* 1996/6. (novemberi) számában: „BUDAMED'96 konferencia nemzetközi részvétellel” címmel [lásd: 80. irodalom]

A konferencia külföldi visszhangjáról csak annyit, hogy a Clinical Engineering Update című folyóirat 1997. márciusi (25.) száma részletes ismertetést közölt róla és többek között kiemelte, hogy az IFMBE-CED elnöke, Nicolas Pallikarakis professzor a magyar klinikai mérnökök eredményességének jeleként említette azt a tényt, hogy ez alkalommal rendezték meg első nemzeti konferenciájukat. (Csak a magunk számára emlékeztetőül: 1992-ben kezdődött meg a klinikai mérnök képzés Magyarországon.)

### *e.) Klinikai/kórházi mérnökök képzése az 1990-es évek második felében*

Végeredményben tehát az első évfolyam oktatása után – figyelembe véve a hallgatók véleményét is – 1993 szeptemberére kialakult az egységes tematika és a tanterv, ami azután a 2000-es évek elejéig változatlan maradt. Létrejött az az oktatói gárda is, amelyik nagy szakértelemmel és főleg lelkesedéssel végezte el ezt a feladatát. Állandó visszacsatolás volt az oktatók és a hallgatók között, hiszen részben az oktatandó tananyag is változott az orvostechnika gyors fejlődése következtében (gondoljunk csak a CT készülékek elterjedésére, az MRI megjelenésére és az ultrahangtechnika, valamint az endoszkópok széleskörű alkalmazására) és ezért az oktatásnak is követnie kellett ezt a fejlődést; másrészt pedig a már diplomás felnőtt hallgatók is lépést tartottak a munkahelyükön fellépő problémák, feladatok megoldási módjának keresésében, ezzel ösztönözve az oktatók naprakész felkészültségét is.

Az 1995. évben Magyarországon bekövetkezett gazdasági megszorítások, a nagyarányú, 30 % körüli infláció és az életszínvonal visszaesése azonban kihatott a szakirányú továbbképzésre jelentkezők létszámára is. Részben azért, mert a kórházak egyre kevésbé tudták anyagi támogatásban részesíteni a jelentkezőket, másrészt pedig a jelentkezők anyagi helyzete sem tette lehetővé a növekvő tandíj kifizetését. Ezért 1995 szeptemberében (11 fővel, ez volt a legkevesebb hallgató) még indult egy újabb évfolyam, de ettől kezdve már csak minden második évben vált lehetővé újabb évfolyam indítása.

Ez nem okozott különösebb problémát, hiszen mind a tantervek, mind a szervezés már készen volt és gyakorlattan történt az oktatás is. Bár mindig adódtak problémák: vagy új oktatót kellett keresni egy-egy tantárgyhoz, vagy a hallgatók igényeltek más témákat. Egyre inkább szükség volt jegyzetekre is, amit úgy oldottunk meg, hogy a meglévő Egészségügyi Főiskolás, illetve Kandós jegyzetkből részeket másoltunk ki, ehhez még az Orvos- és Kórháztechnika folyóiratban megjelent cikkeket is lemásoltuk és egy-egy jól sikerült

szakdolgozatból is vettünk ki részleteket (például: a műtők, vagy intenzív osztályok kialakítása területén). Vagyis ez nem önálló jegyzet, hanem csak már megjelent jegyzetekből, cikkekből összeállított oktatási segédlet volt. – A kórháztechnológia, kórházüzemeltetés terén oktató kollegák is hasonlóképpen jártak el. Ezeket azután a főiskolán sokszorosítottuk (vagy egy-egy hallgató a munkahelyén segített a másolásban) és ingyen, térítés nélkül a hallgatók rendelkezésére bocsátottuk. Teljesen újszerű volt viszont a Kórháztechnikai alapismeretek jegyzet összeállítása, mert ez tényleg új ismereteket is közölt, mivel 1976 óta (még 2019-ben sem!) Magyarországon kórháztechnikai témájú jegyzet, vagy szakkönyv nem jelent meg.

### *f.) A 2000. év utáni történések (röviden).*

2000-ben a Haynal Imre Egészségtudományi Egyetem (HIETE) és a Semmelweis Orvostudományi Egyetem (SOTE) egyesült és az Egészségügyi Főiskola képzéseit a Semmelweis Egyetem Egészségtudományi Kara (SE-ETK) vette át. Így került oda a „klinikai/kórházi mérnök” szakirányú továbbképzés is, amelyet 2002-ben újra kellett akkreditáltatni. Ez a folyamat majd kettő (2) évet vett igénybe és a szakalapítási kérelmet a Magyar Akkreditációs Bizottság (MAB) csak 2004-ben hagyta jóvá és a Magyar Közlöny 2005/69. számában (2005. május 26.-án) megjelent a 15/2005. (V.26.) OM rendelet 1. számú mellékletének VI. pontja szerint a „klinikai/kórházi mérnök szakirányú továbbképzési szak képesítési követelménye”. – Sajnálatos módon a 10/2006. (IX.25.) OKM rendelet ezt a rendeletet mellékleteivel együtt hatálytalanította és ezért a képzés engedélyeztetését a továbbiakban az Oktatási Hivaltól kellett kérelmezni.

Miután a 2003. szeptember 1.-vel indult 7. évfolyam 2005. június 30.-val befejezte tanulmányait, az elhúzódó akkreditálási eljárások miatt a képzés újabb meghirdetésére csak később kerülhetett sor, így 2006. február 1.-vel még elindult a 8. évfolyam oktatása is, akik 2008. január 31.-vel fejezték be tanulmányaikat. Összességében 123 fő kapott „klinikai mérnök” megnevezésű oklevelet a szakirányú továbbképzés elvégzése után. A továbbiakban a „klinikai/kórházi mérnöki” szakirányú továbbképzés abbamaradt!

### 9.3.2. Orvostechnikai ismeretek oktatása az egészségügyben dolgozó szakdolgozók részére

Bár évtizedek óta folyamatosan felmerült az orvostechnikai alapismeretek oktatásának lehetősége az orvostudományban, ez mind a mai napig (2019-ig) sikertelen maradt. Viszont az Orvostovábbképző Intézet (később: Egyetem) 1975-ben alapított Egészségügyi Főiskolai Karának Főigazgatója 1990-ben kezdeményezte, hogy a főiskola hallgatóinak, azaz a jövőben egészségügyi szakdolgozók részére Egészségügyi műszaki ismeretek oktatása történjen. Az intézmény főigazgatója ez ügyben az ORKI főigazgatójához fordult, mivel mindkét intézmény közvetlenül az egészségügyi tárcát felügyelő minisztérium felügyelete alá tartozott. Így történt, hogy a két főigazgató megegyezése alapján az ORKI munkatársai közül a Szerző, valamint Nagy Csaba okleveles gépészmérnök és okleveles mérnök-tanár kapott megbízást az ezirányú képzés tematikájának kidolgozására, majd magának az oktatásnak a lebonyolítására is.

Az „Egészségügyi műszaki ismeretek” elnevezésű tantárgy tantervének és részletes tematikájának összeállítása után az oktatása is megindult 1990 szeptemberében. A tantárgy oktatása mind az ápolóképzésben, mind a gyógytornász képzésben, mind a védőnő képzésben szerepelt. Az előadások elsősorban gyakorlati szemléletűek voltak: rövid fizikai működési elv ismertetése után főleg a konkrét orvostechnikai eszköz alkalmazástechnikája volt a lényeges, a kezelés alapos megismerése, és a kezelés során elkövethető hibák kiküszöbölésének módja. Az egyes eszközök esetén a mérendő jellemzők élettani alapjai és hatásai más tantárgyak tematikáját képezte. A villamos elven működő eszközök témakörét a Szerző adta elő, míg a mechanikai elven működő eszközökről Nagy Csaba tartott előadásokat.

Tekintettel arra, hogy a tantárgyhoz semmiféle szakirodalom nem volt, felmerült egy főiskolai jegyzet megírásának szükségessége is. A jegyzet az év végére elkészült, így az első évfolyam már abból vizsgázhatott. A későbbi években ezen jegyzet állandó korszerűsítésen, módosításon esett át a tapasztalatok alapján, majd 2003-ban és 2004-ben már mint egyetemi tankönyv jelent meg Orvostechnikai eszközök – gyakorlati útmutató címen, az I. kötet 351 oldalban (B/5-ös formátumban), a II. kötet pedig 312 oldalban (szintén B/5-ös formátumban).<sup>45</sup> :

Az orvostechnikai ismeretek oktatása a főiskolán eleinte a Morfológiai és Fiziológiai Intézethez tartozott. Ennek vezetője, dr. Ormai Sándor (1933–2014) főiskolai tanár nagyon pozitívan viszonyult az orvostechnikai ismeretek oktatásához, mindenben elősegítette az ezirányú oktatást. Az ő rendkívül pozitív hozzáállása vezetett később a klinikai mérnöki szakirányú továbbképzés megindításához is.

---

<sup>45</sup> Lásd: [8.] és [9.] irodalom

Még 1992 tavaszán, az Egészségügyi Főiskolai Karon szóba került, hogy egy bemutató laboratóriumot kellene létre hozni, ahol a hallgatóknak bemutatnánk műszerek helyes használatát. Ehhez két dolog kellett: egy helyiség és az eszközök. A helyiség probléma úgy oldódott meg, hogy a főiskola Erkel utcai alagsorában sikerült egy Orvostechikai Laboratóriumot kialakítani. A 3 kisebb helyiség közül egy lett a „tanári szoba” 3 férőhellyel és a másik kettő raktár helyiség, mivel a nagy terem úgy tervezték meg, hogy ott rendszeren órákat is lehessen tartani. – A másik problémát: a műszerek beszerzését pedig sikerült megoldani, hogy a Medicor Továbbképző Központ (MTC) megmaradt eszközeit (amelyek egy raktárban voltak) megszerezte a főiskola és néhány apróbb dolgot (például: vérnyomásmérőt) a főiskola is megvásárolt.

Ettől kezdve a nappali tagozatos hallgatók részére a gyakorlati foglalkozások is ebben a laborban voltak. Persze, ehhez ki kellett dolgozni egy olyan tematikát, amelybe belefért az, hogy az eszközöket használat közben is lehessen bemutatni, sőt még a hallgatók is kipróbálhassák azt. A főiskola vezetőivel sikerült megértetni, hogy akkor viszont ezekhez a gyakorlatokhoz legalább kettő oktató kell, mert az egyik előkészít, bemutat, a másik pedig magyaráz. Ezért aztán bővíteni kellett az oktatói gárdát is. Ennek a laboratóriumnak a kiépítése és megléte jelentősen elősegítette a „klinikai mérnök”-képzés megindítását is.

## 9.4. Kórházüzemeltető szaküzemlérnöki képzés a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskolán

### *a.) Előzmények.*

Az egészségügyi intézetekben az első mérnökök az ötvenes évek végén, a hatvanas évek elején jelentek meg. Ezt megelőzően a műszaki fenntartást központi szervek – minisztérium, tanácsi szervek – irányították. A kórházakban a karbantartást – ahogy akkor nevezték – főgépészek irányították, akik sok évtizedes tapasztalattal, nagy helyismerettel gondozták a létesítményeket, de a műszaki fejlesztés, azon belül az orvostechnikai fejlesztés perspektíváit már nem tudták megfogalmazni. Nem is ez volt a feladatuk. Egyébként ebben az időszakban nem sok pénz jutott az egészségügy fejlesztésére.

A kórházakban dolgozó mérnökök és technikusok helyzete több szempontból ellentmondásos volt, ezért nehezen találták meg a helyüket. Az orvosok, amolyan diplomás főgépészeknek tekintették őket, műszaki mindenesnek, akikkel csak az igényeket kell közölni. Ezek a mérnökök a népgazdaság számos szakterületéről jöttek, és mert akkoriban még nem alakult ki a kórházak műszaki szervezete, igyekeztek a saját elképzelésük szerint kialakítani feladatkörüket, ami nem mindig vált be. Közvetlen vezetőik, a régi gondnokokból lett gazdasági igazgatók közül csak 34 %-nak volt érettségije abban az időben. A hozzá-nem-értésből, a szintbeli különbségből értelemszerűen állandó súrlódási felületek keletkeztek a gazdasági és műszaki vezetők között.

Közben a feladatok öröndetesen nőttek. A hatvanas évek közepén beindult a járási kórház-rendelőintézetek építési programja. Ezzel a kórházakban dolgozó mérnökök feladatköre és felelőssége megnőtt anélkül, hogy azt erkölcsi és anyagi megbecsülés mértéke követte volna. A hatvanas évek vége meghozta a területi és az intézeti önállóságot. Ennek megfelelően sorra kicserélődtek azok a gazdasági és műszaki vezetők, akik erre nem voltak felkészülve.

Fontos feladat volt a népgazdaság számos helyéről jött műszaki vezetők kórházi szakemberré formálása. Tekintettel arra, hogy az akkori egészségügyi kormányzat erre képtelen volt, így az orvos-szakcsoport mintájára az EDSZ [Egészségügyi Dolgozók Szakszervezete] létrehozta az egészségügyben működő mérnökök és technikusok részére az önálló „mérnök-technikus szakcsoport”-ot. A szakcsoport rendszeres rendezvényei, a hetvenes évek elején megszervezett kétéves főmérnöki tanfolyama megfelelő háttérrel és érdekképviseletet biztosított a szakembergárda kialakításában. Az EDSZ-ben működő mérnökök és technikusok szakcsoportjának tevékenysége a nyolcvanas évek elején csökkent és megszűnt.

Az EDSZ „mérnök-technikus szakcsoport”-jának eddigi feladatát a nyolcvanas évektől a METESZ [Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége], illetve ezen belül az ÉTE [Építőipari Tudományos Egyesület] karolta fel. Az

általuk szervezett rendezvényeket a szaktarca legmagasabb szintű közreműködése mellett szervezték meg. A rendezvények célja továbbra is az volt, hogy a szakmát meg kell ismertetni a világszerte elért orvos- és kórháztechnikai eredményekkel, de most már kibővítve az érdeklődők körét a kórháztervezőkkel, a kórházépítőkkel, beruházókkal és a kórháztechnikai vállalkozók képviselőivel.

### *b.) Szervezett képzések a „kórházi főmérnökök” részére*

A Szociális és Egészségügyi Minisztérium, a Budapesti Műszaki Egyetem Mérnök-továbbképző Intézete, valamint az Orvostovábbképző Egyetem 1987 és 1989 között az egészségügyben dolgozó műszaki vezetők részére tanfolyamot szervezett, amelynek az volt a nem-titkolt szándéka, hogy a kórházi vezető beosztású műszaki dolgozók részére ezt kötelező feltételnek szánják pozíciójuk betöltéséhez.

Az akkori (1987) meghirdetési tájékoztató szerint „ennek a továbbképzésnek a tartalmát úgy állították össze, hogy az érintett szakterületek azon ismeretei szerepeljenek benne, amelyekre az egészségügyben dolgozó műszaki vezetőknek szüksége van ahhoz, hogy optimális döntéseket tudjanak hozni operatív ügyekben, a hosszútávú fejlesztési- és műszerbeszerzési tervek kialakításakor kellő információval rendelkezzenek és a vezetésük alatt álló műszaki gárda munkáját jól tudják szervezni, irányítani és ellenőrizni.”

Az egészségügyi ágazatban dolgozó műszaki vezetők továbbképzése során az alábbi tantárgyak szerepeltek:

1. Egészségpolitika, melynek célja a mindenkori egészségügyi szervezet kialakításának megismerése, az egészségpolitika céljainak, feladatainak ismerete.
2. Biztonságtechnika tantárgy célkitűzése, hogy a villamos gyógyászati készülékekkel és az egészségügyi létesítményekkel szemben támasztott előírásokat megismerjék a hallgatók.
3. A Számítástechnikai alapismeretek tantárgy a képzésben részt vevők eltérő szintű számítástechnikai előképzettségének kiegyenlítésére szolgált és megalapozta
4. az Információs rendszerek tantárgyat, amelyik bemutatja a kórházi információs rendszereket (betegnyilvántartás, laboratóriumi, ápolási, és szakértői rendszerek) és az ezek bázisául szolgáló lokális számítógép hálózatokat.
5. Orvosi műszerek tantárgy elemzi az elektronikus orvosi műszerek fejlődését és továbbfejlődésük várható irányait. A tantárgy keretén belül tipikus orvosi műszerek és intelligens műszerek működését és használatát is bemutatják.
6. Az Építészeti ismeretek és

7. az Épületgépészeti ismeretek tantárgyak célja az, hogy az egészségügyi létesítmények felépítésének és belső kialakításának legfontosabb kérdéseire felhívja a figyelmet.
8. Az Egészségügyi szervezés és
9. az Egészségügyi gazdasági ismeretek tantárgyak ismertetik a hazai egészségügyi szervezet egyes szintjeit és azok kapcsolódását, a fejlődés várható irányait és lehetőségeit. Átfogó ismereteket nyújtanak az egészségügyi szervezet egy-egy egységének szervezési- és gazdasági feladatairól.
10. A Vezetői tréning tantárgy feladata az, hogy az egészségügyi ágazatban dolgozó műszaki vezetők vezetői munkájának hatékonyságát növelje.

Ezekkel a szándékokkal indult meg 1988 januárjában a továbbképzés. Ez a jó szándék azonban részlegesen kudarcba fordult, a továbbképzés egy év múlva abbamaradt. A jó szándék ellenére nem töltötte be funkcióját, befejezetlen képzés maradt. Ott árválkodtak az indexek abszolutórium nélkül, bár európai hírű professzorok, tanszékvezető egyetemi tanárok, a gyakorló tervezők legjobbjai adtak elő. Pedig a kórházakban dolgozó műszaki vezetők: főmérnökök, műszaki osztályvezetők részére egyre inkább szükségessé vált a szakterületüknek megfelelő továbbképzés megszervezése.

### *c.) Szaküzemmérnöki képzés a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskolán*

1991-ben a kórházi műszaki vezetők, főmérnökök létrehozták a Magyar Mérnöki Kamarán belül az Egészségügyi-Műszaki Tagozatot. Az ősz folyamán tartottak egy vezetőségválasztó közgyűlést is, amire meghívták az Országos Kórház- és Orvostechinikai Intézet [ORKI] munkatársait is. Ezen a közgyűlésen többen felvetették, hogy mi lett azzal a továbbképző tanfolyammal, amit még 1988-ben kezdtek el. Tudni illik, az akkori egészségügyi miniszterhelyettes azt ígérte nekik, hogy csak az lehet műszaki vezető az egészségügyben, akinek ilyen végzettsége van. Az új vezetőség, Villányi Gyula elnökkel az élen megígérte, hogy utána néz a dolgoknak. Ezért fordultak az ORKI-hoz, mivel közismert volt az 1990-es években, hogy az ORKI az egészségügyben dolgozó műszakiak orvostechinikai/kórháztechinikai továbbképzésével is foglalkozik.

A közös megbeszélések során egyértelművé vált, hogy a Budapesti Műszaki Egyetem Mérnöktoábbképző Intézetének szervezésében elkezdett továbbképzés folytatásának és befejezésének csak akkor van értelme, ha valamilyen, államilag is elismert oklevelet („papírt”) tud adni a tanfolyamot végzetteknek, mert csak ilyen „papír” birtokában lehetne az ígéretek beváltására kötelezni az egészségügyi tárcát. A Mérnöktoábbképző Intézet ilyen nem tudott adni, ez is lehetett egyik indoka a

tanfolyam félbe maradásának. Áttekintve a kétéves tanfolyam tematikáját, kapcsolatba léptünk a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola Mikroelektronikai Intézetével, ahol elvállalták, hogy az ő szervezésükben, mint szaküzemmérnöki továbbképzést meghirdetik. (Akkoriban ez volt a hivatalos megnevezése az ilyen, felsőfokú szintű továbbképző képzéseknek, melyeket a Műszaki Főiskola bonyolított le.) Az a megegyezés született, hogy a hallgatónak a Mérnöktovábbképző Intézetben előzetesen elvégzett egy évet elismerik és csak még egy évet kell járniuk a főiskolára, hogy oklevelet is kaphassanak.

A továbbképzés további folytatásához még egyszer megbeszéltük a tematikát a szakértőkkel (ez esetben magukat a kórházi főmérnököket kérdeztük ki, hogy mi is a tevékenységük a kórházakban és miről is akarnak hallani), majd összeállítottuk a képzési koncepciót és a tantervet és az egyes tantárgyakhoz felkértük a megfelelő előadókat. Az eddigi gyakorlat az volt, hogy kórházi főmérnök lehetett bárki, akinek valamilyen mérnöki diplomája volt. Hogy aztán mennyire értett az egészségügyi sajátosságokhoz és a kórház üzemviteléhez, az már másodlagos volt. Ezt aztán többnyire autodidakta módon, önszorgalomból sajátították el, egymást kérdeztetve, egymás hibáin is okulva. Ezen a téren kellett rendszert teremteni és meghatározni egyértelműen a feladatköröket és a tevékenységi listát.

1992 őszén a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskolán 35 résztvevővel elkezdődött (valójában: folytatódott) ez első kórházüzemeltető szaküzemmérnöki továbbképzés. A második ilyen továbbképzés már csak 16 résztvevővel egy évvel később indult. A továbbiakban pedig összevontuk a klinikai mérnöki szakirányú továbbképzéssel és a HIETE Egészségügyi Főiskolai Kar adott neki otthont.



## 9.5. A Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola „orvostechnikai” oktatási modulja

A Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskolán, - ahol már 1969 óta folyt az orvostechnikai ismeretek oktatása – 1992-től kezdődően jelentős módosításokat hajtottak végre a tantervben. Ennek lényege, hogy úgynevezett tantárgy-tömböket (oktatási modulokat) hoztak létre, amelynek révén biztosítható volt az azonos jellegű alapképzés és erre épült fel a szakirányú képzés, illetve azon belül pedig a szakterületi (ágazati) képzés. (Ez már a kredit rendszerre áttérés kezdete!) A képzés időtartama továbbra is 3 év (6 félév) volt, összességében 2250 óra kötelező elfoglaltsággal.

Az egyes tantárgyi tömbök a következők voltak:

a.) Alapképzésben:

- *Szakmai idegen nyelv (120 óra)*
- *Gazdasági és humán tömb (összesen 210 óra): Közgazdaságtan, Vállalati és vállalkozási ismeretek, Üzleti kommunikáció, Kötelezően választható tantárgyak.*
- *Természettudományi és alapoó tömb (összesen 555 óra): Matematika, Számítástechnika, Fizika, Villamosságtan,*

b.) Szakalapoó tömb: Technológia, Műszaki dokumentáció. Méréstechnika, Elektronika, Digitális technika, Automatika, Munkavédelem, Általános műszaki ismeretek.

c.) Szakirányú tömb (összesen 480 óra): Villamos energetika, Számítástechnikai eszközök és rendszerek. Műszertechnika és konstrukció, Műszaki informatika, Elektronikus labor.

d.) Szakterületi tömb: a szakirányú tömbön belül összesen 315 óra.

e.) Szakdolgozat konzultáció (30 óra)

Az orvostechnikai szakirányú tömböt (modult) választó hallgatók tanulmányaik során 14 %-ban részesültek orvostechnikai szakismeretek oktatásában.

A korábbi orvostechnikai ágazati képzés, mint Orvostechnikai Készülékek és Rendszerek Modul folytatódott a 3. évfolyam mindkét félévében. Ennek vezetője pedig Halmi Lászlóné, dr. Formanek Mária docens lett.

A szakterületi tömb (modul) célkitűzése: megismertetni a hallgatókat az egészségügyben használt orvosbiológiai mérés-technika és jelfeldolgozás korszerű eszközeivel, készülékeinek, berendezéseinek rendszertechnikai és áramkörü felépítésével, bemérésének, hitelesítésének és hibadiagnosztizálásának mérés-technikájával és automatikus mérőrendszereivel; valamint az egészségügyi információs hálózatok telepítésének, fejlesztésének hardver és szoftver elemeivel. Az ismeretek elsajátítása közvetve elősegíti olyan villamosmérnöki képességek

kifejlesztését, amelyek jól hasznosíthatók a korszerű műszerek beszerzése, telepítése, üzemeltetése, hibadiagnosztizálása, szervizelése és az információs hálózatok továbbfejlesztése, üzemeltetése, hibadiagnosztizálása, szervizelése szakterületén.

A tantárgy oktatásának célkitűzéséből kitűnik, hogy ez a szakirány elsősorban a „klinikai mérnöki” szakterületek oktatását célozta meg, bár tantárgyai között szerepelt a Kórháztechnika oktatása is. (Ezt 1995-ig a Szerző látta el, akkor az úgynevezett „Bokros-csomag”, azaz a gazdasági megszorító intézkedések miatt alkalmazását megszüntették, így a tantárgy „beolvadt” a többi közé.) Ugyanakkor az oktatás célkitűzéseiből következően, az ezirányú ismeretek átadása inkább csak az orvostechnikai eszközök szervizelésének ellenőrzésében volt fontos, amely ezidőtájt már külső cégek feladatává vált.

Ezen modul tantárgyai a következők voltak:

- Orvostechnikai készülékek I., heti óraszám: 3 óra, kredit értéke: 3 kredit,
- Orvostechnikai készülékek II., heti óraszám: 3 óra, kredit értéke: 3 kredit,
- Kórháztechnika, heti óraszám: 2 óra, kredit értéke: 2 kredit,
- Minőségbiztosítás méréstechnikája, heti óraszám: 2 óra, kredit értéke: 2 kredit,
- Biológiai jelek korszerű méréstechnikája, heti óraszám: 2 óra, kredit értéke: 3 kredit,
- Digitális radiográfia, heti óraszám: 2 óra, kredit értéke: 3 kredit,
- Orvostechnika laboratórium I., heti óraszám: 4 óra, kredit értéke: 4 kredit,
- Orvostechnika laboratórium II., heti óraszám: 4 óra, kredit értéke: 4 kredit,
- Orvostechnikai projekt I., heti óraszám: 2 óra, kredit értéke: 2 kredit,
- Orvostechnikai projekt II., heti óraszám: 4 óra, kredit értéke: 6 kredit.

*(Megjegyzés: Ezek a kredit értékek még nem az ECTS rendszer szerintiek!)*

Sajnálatos módon megszűnt önálló tantárgyként a Biológiai-fiziológiai alapok elnevezésű tantárgy. A hallgatók az ezirányú szükséges ismereteket a megfelelő tantárgyak keretében kapták meg a mindenkor (nem-orvos!) előadó ismertetése alapján.

Az 1999. évi LII. törvény rendelkezései alapján 2000. január 1-jei hatállyal megalakult a Budapesti Műszaki Főiskola, amelynek egyik jogelődje a Kandó Kálmán Műszaki Főiskola volt. 2010. január 1.-től kezdve pedig az idevonatkozó törvény létrehozta az Óbudai Egyetemet a Budapesti Műszaki Főiskola jogutódjaként.

A Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskolán folyó orvostechnikai jellegű oktatásnak egyetlen hátránya az volt, hogy nem önálló szak volt, így „orvostechnikai mérnök” megnevezésű oklevelet nem tudott kiadni, mivel ilyen mérnöki végzettség Magyarországon nem létezik.

2010-ben az immáron Óbudai Egyetemhez tartozó Kandó Kálmán Villasmérnöki Karon is abbamaradt az orvostechnikai modul oktatása.

## 9.6. A Veszprémi Egyetem „orvosi informatikai” képzése

Az egészségügy informatikai problémáinak megoldása már ezekben az években jelentős szakember igénytel jelentkezett. Ezt az igénytel igyekezett kielégíteni a Magyar Tudományos Akadémia (MTA) egyes kutatóintézetekének és két budapesti orvosegyetemnek (SOTE és HIETE) aktív támogatásával a Veszprémi Egyetem Műszaki Informatika Szakán 1992-ben megindult „orvosi informatika” képzés. Ennek során olyan mérnököket képeztek ki, akik erős informatikai alapképzési bázison, még graduális (azaz nappali képzési) keretek között, az orvosi informatika területén mélyítették el ismereteiket. Az öt éves – kredit rendszerű – oktatási tanterv a kötelező jellegű alaptantárgyak, valamint az ugyancsak kötelező bevezető és bázis szaktárgyak után az 5. félévtől kezdve differenciált választható szaktantárgyak felvételét tette lehetővé. Az 1990-es években a hallgatók 35 féle különböző tantárgyból választhattak.

Az orvosi informatika keretén belül összesen hét (7) tantárgy oktatása volt:

- Az „Élettan mérnököknek” című tantárgy alapvető célja: a fiziológiás működés szisztematikus áttekintése, interdiszciplináris ismeretek nyújtása számítástechnikai mérnök informatikusoknak az orvosi alapfogalmakról.
- Az „Orvosi informatika” című tantárgy célja: a kvantitatív orvosi ismeretek megszerzéséhez szükséges módszerek megismertetése, különös tekintettel a biofizikai jelek mérésére és a képképző eljárásokra, a módszerek érvényességi, alkalmazhatósági korlátainak megismertetésére.
- Az „Egészségügyi információs rendszerek” című tantárgy a fentiekben körvonalazott információszerzési eljárások beépülését analizálja az alapellátás, illetve a kórházi ellátás rendszerébe. A tantárgy a klinikai adatok kezelésén, a számítógéppel segített diagnosztikai alkotáson túlmenően az egészségügy működtetésének általánosabb informatikai kérdéseivel is foglalkozik, ideértve a finanszírozás, az irányítás problémáit is. A tantárgy fontosabb fejezeteinek mélyebb elsajátítását laboratóriumi foglalkozások és vezető alkotóműhelyek látogatásai egészítették ki.

- A „*Biometria*” című tantárgy keretében az orvosi információszerzés statisztikai módszerei kerültek részletesebb tárgyalásra, ugyancsak laboratóriumi foglalkozásokkal támogatva.
  - Az orvosi informatika tárgyait a jórészt önálló irodalom feldolgozási, tervezési munkát igénylő, hallgatónként különböző témájú, egyénileg konzultált két féléves önálló terjedelmű „*Önálló laboratórium*”,
  - az egy-egy féléves „*Mérnöki tervezés*” és
  - „*Diplomamunka előkészítés*” tantárgyak,
- és végül a Diplomamunka elkészítése egészíti ki az utolsó két félévben.

Az elméleti és gyakorlati orvosi informatikai képzés össz-óraszáma (a diplomadolgozat nélkül) 540 óra volt. Az egyetemi graduális képzést követően már az 1996/97-es tanévben mód nyílt doktori (PhD) képzés elkezdésére is.

## 9.7. Egyéb szervezett orvostechnikai, vagy kórháztechnikai jellegű oktatások, továbbképzések

### 9.7.1. Az ORKI (Országos Kórház- és Orvostechnikai Intézet) által szervezett tanfolyami oktatások a kórházi műszaki személyzet részére

Az 1991. december 5-én, Esztergomban, az OKTÁV-nál tartott egésznapos tanácskozáson felmerült az egészségügyben dolgozó műszakiak továbbképzésének szükségessége és lehetősége is. Ennek a tanácskozásnak az eredménye lett, hogy az OKTÁV Ipari Továbbképző Rt. vezetői megbízták a Szerzőt egy részletes elképzelés és tematika kidolgozásával, ami pár hónap alatt elkészült és 1992 tavaszán már az ORKI és az OKTÁV együttműködésével elindulhattak a továbbképző tanfolyamok az orvostechika és a kórháztechika területén is.

Ezek a tanfolyamok készülék-orientált tanfolyamok voltak, vagyis egy-egy alkalommal konkrét orvostechnikai készülék csoportok ismertetésére került sor, például: EKG-k, inkubátorok, lélegeztetők, betegőrző készülékek stb.

A továbbképző tanfolyamok menete teljesen hasonló volt a Medicor Továbbképző Központ tanfolyamainál már begyakorlottakhoz :

- rövid fiziológiai bevezető, majd
- az elvi működés ismertetése tömbvázlat szinten, azután jött
- a műszaki paraméterek értékelése,
- az alkalmazási feltételek, és
- a kezelés bemutatása és csak ez után – ha ez szükséges volt – az áramköri működés ismertetése, majd
- a karbantartás, illetve
- a tipikus hibák megemlítése és figyelem felhívás arra, hogy ilyenkor mit kell csinálni.

Ezek a tanfolyamok nem szerviz képzésre szolgáltak és nem hibajavításra, hanem a szakszerű alkalmazás és használat bemutatására.

A kórházban dolgozó műszakiak jó része (kb. 60 %-a) csak középfokú műszaki képzettséggel rendelkezett, számukra a kórházi környezet eltért a tanultaktól, ezért igyekeztünk azt hangsúlyozni, hogy csak akkor lehetnek elismert partnerei az egészségügyi személyzetnek, ha értik az ő nyelvüket is. Bár a készülékek műszaki működését önszorgalomból többnyire elsajátították, a kórházi környezetben való alkalmazással többnyire problémáik voltak. Ezért volt népszerű ez a tanfolyam sorozat, mert széleskörűen tárgyalta a speciális szakismereteket (vagyis orvostechnikai ismereteket) és ezáltal biztonságérzetet is adott a résztvevőknek.

Általában havonta 2 alkalommal voltak tanfolyamok és ez 1992-től 1995-ig, közel 4 év alatt jelentős szám volt, legalább 50-60 db lehetett (az idevonatkozó iratok az ORKI felszámolásakor, 2008-ban valószínűleg eltűntek, megsemmisültek). A tanfolyamok minden alkalommal az esztergom-kenyérmezői OKTÁV központban zajlottak le. A hallgatók (csoportonként 15-től 25 főig) teljes ellátást: szállást, napi háromszori étkezést kaptak. A tanfolyamok vagy 3, vagy 5 naposak voltak. A hallgatók fizettek mindezért, de úgy látszik, akkoriban még a kórházak is ki tudták fizetni nekik a nem túlságosan sok részvételi díjat.

Természetesen, ha különböző jellegű témák vannak, akkor nagyon sok előadóról is kellett gondoskodni. Ezért bevontuk az oktatásba az Országos Kórház- és Orvostechnikai Intézet [ORKI] munkatársait, valamint – ha ez szükséges volt – külső előadókat is, főleg az orvostechnikai műszerek tervezésével, vagy szervizeléssel foglalkozó régebbi Medicoros kollegákat.

Gyakorlatilag tehát a szakmai továbbképzés a kórházakban dolgozó műszakiak részére ezekben az években jól működött.

### 9. 7.2. Emelt szintű közép fokú orvostechnikai és kórháztechnikai képzések

1994 szeptemberében a Nemzeti Szakképzési Intézet [NSZI] megbízta a Szerzőt az orvosi elektronikai műszerészek és technikusok szakmai követelményrendszerének kidolgozásával. Ez a feladat meglehetősen sokrétű volt, ezért az orvoselektronikai műszerészek anyagát Dárday Vilmos készítette el, míg az orvoselektronikai technikusok anyagát dr. Forgács Lajos.

Először összeállítottuk a munkaterületük leírását, vagyis: mivel kell az ilyen végzettséggel rendelkezőknek foglalkozni. A későbbiekben, egy másik megbízás alapján pedig kidolgoztuk a szakképesítés szakmai követelményeit, majd a szakmai és vizsgakövetelményekről szóló részt is. Mindez jogszabály formájában megjelent a *Magyar Közlöny* 1995/46. számában (1995. június 6.) Azonosító száma: 09 5 3129 16 3 0 15.

1994-ben az orvoselektronikai technikus képzés jogszabályban rögzített feltételei szerint a Klauzál Gábor Műszeripari és Elektronikai Szakközépiskolában megindult egy esti technikus-képző évfolyam. A szakközépiskola (akkori) igazgatója: Gregor Béla a Szerzőt kérte fel ennek irányítására oly módon, hogy a technikumi tanárok is közreműködtek az oktatásban, de az orvostechnikai és kórháztechnikai tantárgyakat a Szerző tartotta. Ebben az oktatásban részt vett Zakár István is, aki a HIETE Egészségügyi Főiskolai Karán folyó oktatásban is tartott órákat mind a nappali tagozatosok gyakorlatainál, mind a klinikai mérnök képzésben.

A technikusképzésben 20 év körüli fiatalok vettek részt (valamennyien érettségi után), akiknek gyakorlati tapasztalata szinte nulla, vagy legalábbis nagyon csekély volt, tanuláshoz jegyzetet is kellett biztosítani. Ezt úgy oldottuk meg, hogy a

régebbi Kandós jegyzetekből és az újonnan elkészült egészségügyi főiskolás jegyzetből, plusz az *Orvos- és Kórháztechnika* folyóirat cikkeiből „összeállítottunk” az anyagot és ezt a segédanyagot használhatták fel tanulásra a technikusképzésben részt vevő hallgatók. (Mégis, több kórházban is használták, főleg a középfokú végzettségűek ezeknek a jegyzeteknek a másolatait.)

A második évfolyam oktatását már teljes egészében Zakár István vette át és a továbbiakban ő irányította ezt a fajta technikus képzést. A későbbiekben ilyen oktatás történt Pécsen és Székesfehérváron is.

## 10. Következtetések, összegzés, fejlődési irányok

Az előzőekben megemlített orvostechnikai képzési rendszerek, oktatási formák sokrétősége is azt mutatja, hogy a 20. század közepétől az orvostechnika („biomedical engineering”) világméretű és rendkívül gyors fejlődése szükségszerűvé tette ezek létrejöttét. Áttekintve és elemezve az akadémiai (tehát egyetemi és főiskolai) jellegű képzéseket, úgy találtam, hogy alapvetően három (3) különböző típusú képzési rendszer létezik:

1. Az egyik típusú képzés erősen hagyatkozik a klasszikus villamos, gépész- vagy az általában vett mérnöki alapképzésekre és az alapidiplomához szükséges szakmai ismeretek elsajátítása után, mint *specializációt* ajánlja kötelezően választható, vagy csak választható módon az orvostechnikai ismereteket, vagy annak csak egy részét. Ebben az esetben az orvostechnikai ismeretek oktatása csak egy viszonylag kis részét (általában 10–20 %-át) teszi ki a teljes képzési időnek. Döntő módon hiányzik, vagy csak a specializáció során fordulnak elő az Orvosbiológiai alapismeretek (Anatómia, Élettan-Kórélettan, Higiénia stb) és az Egészségtudományi alapismeretek (Egészségügyi szervezés, Egészségügyi gazdaságtan, Egészségügyi informatika stb). Véleményem szerint az ilyen módon oktatott hallgatók kapnak ugyan egy orvostechnikai szemléletmódot és némi tájékozottságot is az orvostechnikai eszközökről és azok alkalmazási módjáról, de a gyakorlat terén, vagyis a kórházakban folyó gyógyító tevékenységgel kapcsolatos műszaki problémák megoldásához még nem elegendő a megszerzett tudásuk. Természetesen, bizonyos idő után és sok-sok tapasztalat birtokában, és különböző (önerőből, vagy szervezett formában megvalósuló) tanulmányok után ez is elérhető. Nem véletlen, hogy az ilyen formában végzett mérnökök jelentős része inkább az orvostechnikai iparban, fejlesztésben, kereskedelemben, vagy egyéb kapcsolódó szakterületeken helyezkedik el, ahol egyszerre csak egy-egy részproblémával kell behatóan foglalkozni. Ha az egészségügyi intézményekben (kórházakban, klinikákon, szakrendelőkben stb) kapnak lehetőséget tevékenykedni, akkor sokféle más egészségügyi-műszaki és orvostechnikai problémával is találkozhatnak, amelyek megoldása viszont megköveteli az állandó továbbtanulást, szakmai ismereteik kiegészítését. Tanulmányunkban felsorolt képzési formák legnagyobb része ilyen „részképzés” jellegű.

2. A másik lehetőség, amikor a már megszerzett valamilyen szakirányú mérnöki diploma megszerzése után szakirányú továbbképzés formájában történik az orvostechnikai, vagy kórháztechnikai mérnöki szakképzés. Ez ugyan újabb diplomát nem ad, de ad egy minősítést egy adott szakterületen (esetünkben az orvostechnika, vagy kórháztechnika, esetleg mindkettőn) megszerzett szakképzettség megszerzéséről. A „szakirányú továbbképzés” lehetőséget biztosít az alapképzés (azaz a BSc fokozat) megszerzése után is, de nem minősül MSC fokozatnak.



Ez a „szakirányú továbbképzés” viszont egy újabb, általában két év időtartamú oktatást jelent, ahol csak a szakirányú tantárgyak ismeretanyagának átadása történik meg, de ebbe már beleértjük az előzőekben említett orvosi biológiai és egészségtudományi ismereteket is. Ilyen típusú képzés volt a 8.3. fejezetben említett Patrai Egyetem Európa Tanfolyama, ahol 26 európai országból vettek részt diákok (Magyarországról egy sem!). Hasonló volt a magyar „klinikai mérnök”-képzés is a HIETE Egészségtudományi Főiskolai Karán is (részletesen lásd a 9.3.1. fejezetben!)

3. Volt még egy harmadik típusú képzési alapelv is. Ez az úgynevezett „hibrid”-képzés, vagyis az oktatás kezdetétől fogva egyidejűleg, egymással párhuzamosan oktatják az élettudományokkal kapcsolatos (orvosi) és a műszaki (mérnöki) tudományokat, ezek között mind az alpmérnöki ismereteket, mind erre ráépülve a szakjellegű (orvostechnikai, vagy kórháztechnikai) ismereteket. A németországi Szakfőiskolák (Fachhochschule) nagy része ilyen tanterv alapján oktatott. Ez az úgynevezett „giesseni modell”, amelyről részletes ismertetés található a 8.4. fejezetben. De hasonló jellegű a Magyarországon 1995-ben indított BME–SOTE–ÁOTE közös „orvosi biológiai mérnök” képzése is, bár ez csak a 4. évtől kezdve a mérnökhallgatók esetén, és az 5. évtől kezdve az orvostanhallgató esetén (lásd: 9.2. fejezetet!)

De mindenképpen ehhez hasonló a BMGE–SE közös mester (MSc) képzése, amelyik azonban egy már megszerzett BSc fokozatra épül rá.

Mindegyik típusú alapelvnek (képzési rendszernek) vannak előnyei és hátrányai is.

Az első típusú alapelv szerinti képzésnek, vagyis amikor csak a mérnöki tudományok ismerete dominál, előnye az, hogy egy új tudományterületen, az orvostechnika szakterületén alkothat új és új mérnöki „csodákat”, azaz kiválóan alkalmas a műszaki fejlesztés és az orvostechnikai eszközök működésbeli használatának és műszaki felülvizsgálatának az eldöntésére. A hátránya viszont, hogy az orvosok világával többnyire sokkal nehezebb a kapcsolatteremtés az orvosi biológiai ismeretek hiánya és az orvostechnika területeinek jóval felszínesebb ismerete következtében. Az ilyen mérnök „idegenül” mozog a kórházban, az orvosi környezetben és ezért jóval nehezebb számára a beilleszkedés egy kórházi környezetbe is.

A második típusú képzésnek előnye, hogy eleve orvostechnikai és kórháztechnikai szemléletmódot akar adni és a hallgatókat arra inspirálja, hogy minden mérnöki tevékenységük az egészségügy érdekében, az egészségi állapot megismerése és javítása érdekében történjen. Ehhez szükségesek a műszaki/mérnöki ismereteik. Hátránya viszont, hogy már előzetesen, többnyire nem pozitív tapasztalatok szükségesek hozzá az egészségügyi intézmények működtetésének területéről, de ez viszont már „elhivatottságot” is jelent az egészségügyi technológia megismerése és alkalmazása iránt. Szerintünk, az ilyen

képzettségű szakmérnökök alkalmasak leginkább az egészségügyi intézmények műszaki feladatainak megoldására. Véleményünk szerint, az így képzett mérnökök elsősorban a gyakorlati, azaz alkalmazói szakterületeken, vagyis éppen a „klinikai mérnöki” szakterületeken képesek elhelyezkedni és éppenséggel nem feladatuk a tudományos kutatás és fejlesztés kérdéseivel való foglalkozás.

A harmadik típusú képzési rendszernek, a „hibrid”-képzésnek előnye, hogy sokkal könnyebb realizálni az orvosi problémákhoz való hozzáférést, mivel szélesebbek és mélyebbek az ismereteik a biológia, biokémia, az anatómia, a fiziológia, a patológia, az egészségtudományi szaktudományok és az elméleti szakismeretek terén. Az ifjú mérnök így módon igen gyorsan partnerévé válik az orvosi szakma művelőinek a kórházi környezetben, de nyitva marad a kérdés, hogy a matematika, a fizika, valamint a mérnöki tudományok és az informatika terén meglévő ismereteik elég mélyek-e ahhoz, hogy hatékonyak legyenek a kutatásban, fejlesztésben, új problémák felismerésében és megoldási módjainak keresésében. Többnyire ezen végzettség alapján széles területen dolgoznak a végzett mérnökök, beleértve a kutatás, a fejlesztés, a készülékgyártás, tesztelés, de az egészségügyi területeket is, nemcsak az egészségiparban, hanem a gyógyszeriparban is.

A következő kérdés, ami az említett képzési rendszerek ismertetése során felmerülhet: Milyen szakterületen képesek dolgozni, alkotni az így módon képzett mérnökök?

Az eddigiek ismeretében a következő szakterületek jöhetnek szóba:

1. Az orvosi, élettani és általában az élettudományok területén kifejthető alap és főleg alkalmazott kutatási területek.
2. Az orvostechikai ipar legszélesebb területein való műszaki fejlesztési, műszerkonstrukciós feladatok megoldása.
3. Az orvostechikai eszközök megismertetése, értékesítése, szervizelése területén.
4. Az egészségügyi intézmények (kórházak, klinikák, rendelőintézetek, diagnosztikai, rehabilitációs és ápolási intézetek, központok stb) tervezése során az orvostechológiai feladatok megoldása.
5. Az egészségügyi intézmények (kórházak, klinikák, diagnosztikai és rehabilitációs központok stb) mindennapos üzemeltetésének kivitelezése és az infrastrukturális feltételek megteremtése.

*Mit hoz a jövő, a 2000. év utáni időszak? A továbbiakban csak a magyarországi egészségügyi helyzetre vonatkozó tényeket és javaslatokat ismertetjük.*

— *Mi tehát a feladat?* Jogszabályban rögzíteni az egészségügyi intézmények felelős műszaki munkakörei betöltésének követelményeit, meghatározni a műszaki vezetői munkakörökhöz szükséges speciális szakismeretek képesítési, vagy

alkalmazási előírásait! Hogy ez olyan speciális jellegű feladat, amelyre eddig még senki sem vállalkozott? Tévedés! Az egészségügyben dolgozó mérnökök (műszakiak) szakképesítési, illetve alkalmazási követelményeinek meghatározására már 1995-ben tettünk javaslatot! Előzetesen a szakma kiválóságai közül hét (7) felkért személy véleményezte és egészítette ki a javaslatokat. Az 1995. július 5.–6.-án Esztergomban megtartott orvostechinikai szakmai tanácskozáson is több felszólaló fejtette ki véleményét és ezeket a módosításokat is figyelembe véve fogadta el a tanácskozás ezeknek a szakképesítéseknek az alapelveit. *Ez a követelményrendszer – részletesen kifejtve – megjelent a Kórház- és Orvostechinika folyóirat 1995/6. és 1996/1. számaiban is*<sup>46</sup>. Tehát a szakma teljes nyilvánossága előtt. Bárkinek lehetősége lett volna még utólag is hozzászólni, kiegészíteni. Nem történt semmi! Sem hozzászóló nem volt, sem a hivatalos szervek részéről semmiféle észrevétel nem érkezett! Miért? Ennyire érdektelen lenne a téma? Akkor még végső soron az európai csatlakozás egyik láncszeméről volt szó. Még ha ez a nagy egészet tekintve, csak nagyon picike láncszem is. De ha ez elszakad, akkor megsérül a teljes lánc!

— Ez az esztergomi Tanácskozás elfogadott egy Nyilatkozatot. Ennek alapján a Magyar Mérnöki Kamara Egészségügyi-Műszaki Tagozata és a MEDING Országos Orvostechinikai Egyesület levélben fordult a szaktárca (akkori) miniszteréhez az egészségügyben dolgozó műszaki szakemberek szakmai követelményrendszer alapján történő besorolására vonatkozóan, kérve a már említett hiányzó jogszabály megalkotását. Miniszter Úr akkor kedvező választ adott erre a kérésre, de azután a későbbiekben bekövetkező változások miatt az egész dolog elfelejtődött. Az egészségügyi tárca vezetése és apparátusa az egész téma iránt teljes mértékben érzéketlen volt, egyszerűen nem foglalkozott ezzel a kérdéssel. Bizonyára valami oka ennek is volt, de sem erre, sem kezdeményezéseinkre semmiféle választ nem kaptunk.

— Időközben az EU-n belül is erőteljes folyamat indult meg az orvostechinikai mérnökök (köztük a klinikai mérnökök) és orvosfizikusok európai szintű elismeréséért. Az EU Brüsszeli Bizottságának anyagi támogatásával, a görögországi Patrasi Egyetem koordinálásával 23 európai országból 70 egyetem/főiskola és 15 szakmai-tudományos társaság részvételével folyó TEMPERE Program már kidolgozott egy 70 oldalas Ajánlást az egységes európai orvostechinikai képesítési követelményekre vonatkozóan és mind az orvostechinikai, mind a klinikai mérnökök kompetenciájára vonatkozóan, figyelembe véve a Bolognai Deklaráció alapelveit. (A TEMPERE elnevezés jelentése: Training and Education for Medical Physics and Engineering Reform in Europe, azaz az orvosfizikusi és az orvostechinikai mérnökképzés és oktatás reformja Európában.) Ennek a Programnak a munkájában – korlátozott mértékben

---

<sup>46</sup> Lásd: [56.] és [57.] irodalom

ugyan – részt vállalt a Semmelweis Egyetem Egészségügyi Főiskolai Karának Orvostechnikai és Számítástechnikai Tanszéke is.

Ezzel egyidőben az orvosbiológiai (vagy: orvostechnikai) mérnökök nemzetközi szervezete [IFMBE: International Federation for Medical and Biological Engineering] is ajánlásokat dolgozott ki az orvostechnikai szakterületek képzési rendszerének megvalósítására, egységesítésére és a tantervekre vonatkozóan. A két ajánlás következtetései harmonizálnak egymással. Ezek lényege nagyon röviden és vázlatosan:

- a hallgatók előzetesen mérnöki alapképzettségben részesüljenek, legalább három éven keresztül (ez például megfelel a főiskolai, BSc szintű végzettségnek)
- az orvostechnikai jellegű szakképzés legalább 1600 órás legyen, ebből legalább 400 kontakt órával
- a képzés része legyen az önálló munka végzésének lehetősége (például kutatási projekt, kórházi gyakorlat, vagy a diplomamunka készítése)
- a tanterv térjen ki az alábbi területekre: orvosbiológiai (egészségtudományi) alapismeretek; az orvosi nyelv ismerete; általános műszaki tárgyak azon részei, amelyek szükségesek az orvostechnika műveléséhez; orvostechnikai alapismeretek; speciális szakismeretek, menedzsment ismeretek

### *Konkluzió, azaz végkövetkeztetés:*

Továbbra is mindent meg kell tennünk annak érdekében, hogy elismertessük az egészségügyben, vagy az egészségügy érdekében dolgozó műszaki szakemberek (klinikai és kórházi mérnökök, egészségügyi mérnökök, orvosbiológiai szakmérnökök, orvoselektronikai technikusok és minden más olyan felsőfokú, de legalább középfokú szakmai végzettséggel rendelkező szakember, aki még nem szerezte meg a speciális, orvostechnikai végzettségét, de azt szándékozik megszerezni stb) szerepét és jelentőségét mind az egészségügyben, mind az orvostechnikai iparban és piacon.

Tovább kell fokoznunk erőfeszítéseinket az orvostechnikai oktatás és képzés érdekében is, fejleszteni kell minden téren a megindult és már meglévő képzési rendszereket annak érdekében, hogy az egészségügyi műszaki szakterületeken is csak a megfelelő szakképzettséggel rendelkező szakemberek, mérnökök dolgozzanak. Ezt kívánja meg a betegek érdeke is!

### *De ki fogja ezt megtenni?*

Kik fogják ezt az áldozatos munkát *hittel, lelkesedéssel, a megfelelő szaktudással* tovább vinni? Kik lesznek azok, akik sikerre viszik azt a munkát, amit 40–50 évvel ezelőtt, zömmel a „Medicor-bölcsőjében nevelkedve” kezdtünk el, de amit továbbadtunk a Kandó Főiskolán végzetteknek, az Egészségügyi Főiskola klinikai mérnökeinek, a MEDING rendezvényein résztvevőknek és részesedtek ebből a más egyetemeken végzettek is.

Reméljük, hogy a 21. században is lesz elég fiatal szakember, aki megérti majd ezt a nemes feladatot és az ebben a tanulmányban foglaltak alapján tovább folytatja küzdelmünket az orvostechnikai szakma és oktatás/képzés hivatalos és erkölcsi elismeréséért és elismertségéért.

## 11. Melléklet

### Az 1995. évi esztergomi orvostechnikai tanácskozás elfogadott nyilatkozata

#### Nyilatkozat

Az egészségügy területén dolgozó műszaki szakemberek, az OKTÁV Ipari Oktatási Rt. szervezésében, az Országos Kórház- és Orvostechnikai Intézet (ORKI), valamint a Haynal Imre Egészségtudományi Egyetem Egészségügyi Főiskolai Karának Orvostechnikai és Számítástechnikai Tanszéke közreműködésével és a Mérnöki Kamara Egészségügyi-Műszaki Tagozatának, valamint a MEDING Országos Orvostechnikai Egyesületnek a támogatásával 1995. július 5.-6.-án orvostechnikai szakmai tanácskozást tartottak 90 fő részvételével.

A tanácskozás fő témái a következők voltak:

1. Az Európai Unió Minőségbiztosítási Előírásaiból (direktíváiból) következő elvárások a magyar egészségügyi intézményekben az orvostechnika és a kórháztechnika területén.
2. Az egészségügyben dolgozó műszaki szakemberek (klinikai/kórházi mérnökök, orvoselektronikai technikusok) szakmai követelményrendszerének és az ebből következő képesítési előírásoknak a megbeszélése.

A Tanácskozás az említett témákkal kapcsolatban a következő nyilatkozatot teszi közzé:

1. A jelenlegi nehéz gazdasági körülmények között is feltétlenül szükség van az egészségügy minőségi fejlesztésére, aminek egyik eszköze a korszerű orvostechnikai eszközök, készülékek és műszerek szakszerű alkalmazása és az orvosszakmai követelményeknek megfelelő kórháztechnikai létesítmények fenntartása, valamint a korszerű kórháztechnológia alkalmazása. Ez egyúttal szükséges az Európai Unióhoz való csatlakozásunkhoz is, mivel az Európai Közösség által előírt Direktívák végrehajtása az orvostechnikai eszközök alkalmazása tekintetében feltétele a belépésnek. Az egészségügyi szolgáltatások minőségbiztosítása pedig szintén megköveteli az egészségügyben lévő eszközök, berendezések, műszerek megfelelő technikai színvonalát, állandó és folyamatos üzemképességét és megbízhatóságát.
2. Az egészségügyi ellátás hatékonyságának növelése már csak az eszközök gazdaságos kihasználásával valósítható meg. Emiatt döntő jelentőségű a rendelkezésre álló eszközök célszerű és optimális felhasználása, működőképességük minél hosszabb időn keresztül történő megóvása. Ez mind az épületek, épületgépészeti szerelvények, berendezések és eszközök, mind

pedig a gyógyításhoz szükséges műszerek és egyéb eszközök tekintetében a gondos, célirányos megvalósítást vagy beszerzést; a gazdaságos üzemeltetést és a szakszerű kezelést; valamint a rendszeres karbantartást, illetőleg állagmegóvást jelenti. Ezen tevékenységek döntő része pedig speciálisan műszaki feladat, amit csak az arra képzett szakemberek tudnak a legjobban megoldani. Ezért szeretnénk nyomatékosan kihangsúlyozni, hogy az egészségügyben szükség van műszaki szakemberekre, mégpedig a jól képzett, speciális szaktudással rendelkező szakemberekre, mert csak ez biztosíthatja egyértelműen a gyógyító munka biztonságát és egyúttal a gyógyító munka hatékonyságáért vállalt felelősséget is megosztja.

3. A Tanácskozás úgy látja, hogy az egészségügy fejlesztésében, korszerű műszaki eszközökkel való ellátásában elindultunk egy felfelé vezető úton és erről az útról már nem szabad visszafordulnunk! Látnunk kell azonban, hogy az eredményességhez továbbra is komoly befektetések és emellett állandó szinttartás szükséges. Enélkül a kórházak olyan gazdasági kényszerpályára kerülnek, amelyek a karbantartási és felújítási költségek csökkentéséhez vezetnek. Elkerülhetetlennek tartjuk ennek a folyamatnak a megelőzését és az épületállomány, az infrastruktúra és a műszerpark megóvását és előbb-utóbb európai szintre hozását. Ezért az egészségügyben dolgozó műszakiak kinyilvánítják, hogy minden szaktudásukkal és munkájukkal támogatják az egészségügy további minőségi fejlesztését és korszerűsítését.
4. Az egészségügyben dolgozó műszakiak feladatkörének és munkakörének pontos tisztázása, valamint a műszaki szakterületek jelentőségének elismertetése és ezzel összefüggésben a felelősségi körök egyértelmű megállapítása érdekében minél előbb szükségesnek látszik tisztázni az egyes műszaki beosztások betöltéséhez szükséges szakmai elvárásokat, figyelembe véve az egészségügy speciális igényeit is. Ezért javasoljuk, hogy minél előbb kerüljenek kidolgozásra az egyes műszaki munkakörök szakképesítési, illetve alkalmazási előírásai. (A szakképesítési előírások első sorban a középfokú végzettséget kívánó munkahelyekre szükségesek, az alkalmazási előírások pedig a felsőfokú végzettséggel betölthető állásokra.) Erre vonatkozóan ez a Tanácskozás már megvitatott egy javaslatot, amelyik alapját képezheti ezeknek az előírásoknak. Ennek során abból a feltételezésből indult ki, hogy a vezető műszaki munkatársaknak rendelkezniük kell azokkal az intézkedési kompetenciákkal (hatáskör, jogkör, pénzügyi lehetőségek stb), amelyek a feladataikból adódó felelősségükkel arányosak.
5. Javasoljuk, hogy vegyék figyelembe a már meglévő felsőfokú képzési rendszereket és ennek ismeretében írják elő, hogy meghatározott időszakon belül (pl. 3–5 éven belül) az egészségügyben felelős és egyben vezető műszaki munkaköröket csak olyan felsőfokú végzettséggel rendelkező személy tölthessen be, aki orvostechikai, vagy kórháztechnikai jellegű posztgraduális

végzettséggel (pl. kórházüzemeltető mérnök, klinikai mérnök, orvosbiológiai szakmérnök stb) is rendelkezik. Indokoltnak tartjuk, hogy ezeket a felelős vezető munkaköröket pályázat útján töltsék be.

6. A Tanácskozás örömmel látja és üdvözli, hogy az elmúlt években rendkívül pozitív folyamat indult meg az orvostechikai és a kórháztechnikai szakképzés, illetve továbbképzés területén. Különösen kiemelendő a posztgraduális jellegű klinikai mérnök képzés megindulása a HIETE Egészségügyi Főiskolai Karán. Javasoljuk, hogy adjanak meg minden támogatást ezeknek a képzéseknek és tegyék lehetővé, hogy az egészségügyi intézmények műszaki beosztású munkatársai minél nagyobb létszámban rendszeres továbbképzésben vehessenek részt.
7. Továbbra is égető szükségszerűség, hogy megoldást nyerjen az egészségügyben dolgozó középfokú végzettségű műszakiak kórháztechnikai, vagy orvostechikai képzése, illetve továbbképzése. Ennek ma egyik akadálya a már említett szakképesítési előírások hiánya. A kórházakban dolgozó műszaki szakemberek nagy részénél – az egészségügy speciális jellegét és elvárásait figyelembe véve – kívánatos az emelt szintű, technikai ismeretanyag elsajátítása.

Esztergom, 1995. július „6.”



---

# IRODALOM

---

1. Az 1997. évi CLIV. törvény az egészségügyről. (Eütv.) *Magyar Közlöny*, 1997/119. (XII. 23.) szám.
2. Az 1993. évi LXXX. törvény a felsőoktatásról, *Magyar Közlöny*, 1993/107. (VIII. 3.) szám, 5730–5755
3. Az egészségügyi szolgáltatások nyújtásához szükséges szakmai minimumfeltételekről szóló 60/2003. (X.20.) ESZCSM rendelet (Szmr.), *Magyar Közlöny*, 2003/120. (X.20.) szám, 8692–8943. Ennek leglényegesebb módosítása megtalálható a 73/2013. (XII.2.) EMMI rendeletben: *Magyar Közlöny*, 2013/200. (XII. 2.) szám, 83 445 – 83 815
4. A 4/2009. (III. 17.) EüM rendelet az orvostechnikai eszközökről, *Magyar Közlöny*, 2009/33. szám, 7343.–7397. oldalak. *Egészségügyi Közlöny*, 2009/7. (IV.23.) szám, 879.–932. oldalak.
5. HUTTEN, Helmut (Hrsg.): *Biomedizinische Technik I.*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New-York, 1991.
6. HEYNE, L.: *Krankenhausbetriebstechnik*, (Blätter zur Berufskunde, 2-IR41: Diplom-Ingenieure/in (fh), Bertelsmann Verlag, Bielefeld, 1989. Nr. 12.91.260.841.
7. DAMMAN, VERA: *Biomedizinische Technik*, (Blätter zur Berufskunde, 2-IR42: Diplom-Ingenieure/in (fh), Bertelsmann Verlag, Bielefeld, 1994., Nr. 12.91.262.132.
8. FORGÁCS Lajos dr. (szerk.): *Orvostechnikai eszközök – gyakorlati útmutató*, I. rész, Semmelweis Egyetem Egészségügyi Főiskolai Kar tankönyve, Budapest, 2004, ISBN 963 7152 59 8.
9. FORGÁCS Lajos dr. (szerk.): *Orvostechnikai eszközök – gyakorlati útmutató*, II. rész Semmelweis Egyetem Egészségügyi Főiskolai Kar tankönyve, Budapest, 2003, ISBN 963 7152 41 5.
10. FORGÁCS Lajos dr.: *A klinikai és kórházi mérnökök képzésének nemzetközi áttekintése*, (Tanulmány, 81 oldal), Készült a FEFA IV./1360. sz. projekt keretében, Budapest, 1996.
11. MAAS, R.: *Der Stand der Bemühungen um ein Studium der Biomedizinischen Technik in Deutschland*, Biomedizinische Technik, Band 17/1972., H.2. (April), S.53–57
12. FORTH, R., SCHEWITZER, E.: *Ausbildung und Einsatz von Diplomingenieuren für Biomedizinischen Technik und Bionik der*

*Technischen Hoschschulen Ilmenau, Medizintechnik, 13/1973. H.6. S. 162–164*

13. KATONA Zoltán: *Az orvosi elektronikai oktatás helyzete, Mérés és Automatika, 21. (1973)/7, 273–277*
14. FORGÁCS Lajos dr.: A főiskolai szintű orvostechnikai szakemberképzés tapasztalatai és továbbfejlesztési irányai, *Orvos és Technika* (Egészségügyi Minisztérium ORMI tudományos folyóirata), 1975/3. (május) szám, 83–88
15. FORGÁCS, L.dr.: *Ausbildung im Fachgebiet „Biomedizinische Technik“ an der TH für Elektroindustrie „Kandó Kálmán“ Budapest* [Orvostechnikai képzés a budapesti Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskolán], *Biomedizinische Technik, Band 21., Ergänzungsband, Juni 1976, S. 343–344*
16. FORGÁCS L.dr.: *Az orvostechnika terminológiai kérdéseiről, Mérés és Automatika, 1977/10, 369–399*
17. SCHNÖLLER Antal: *Az Órásipari Szakiskolától a Műszaki Főiskoláig, KKKVMF Tudományos Közlemények, 1979, 146–150*
18. HEISSRATH, M., Forgács, L.: *Der internationale Stand der Ausbildung von Hoch- und Fachschulingenieure in der Medizintechnik* [A főiskolai és szakfőiskolai mérnökök képzésének nemzetközi áttekintése az orvostechnika területén], *Wissenschaftliche Beiträge, Ingenieurhochshule Dresden, 2/1979, 2–10*
19. GERGELY, S.: A BSc level option in biomedical electronics, *Journal of Medical Engineering and Technology, Vol. 3, No. 1. (January), 1980, 7–10*
20. JONES, N., B.: A first-degree course in electronics, with medical instrumentation as a background topic, *Journal of Medical Engineering and Technology, Vol. 4., No.1., (January), 1980, 24–29*
21. HEISSRATH, M., FORGÁCS, L.: *Einsatz und Aufgaben der Hoch- und Fachschulingenieure in der Medizintechnik* [A főiskolai és szakfőiskolai végzettségű mérnökök feladatai és elhelyezkedési lehetőségei az orvostechnika területén], *Wissenschaftliche Beiträge, Ingenieurhochschule Dresden, 2/1980, 17–29*
22. HEISSRATH, M., FORGÁCS, L.: *Az orvostechnikai mérnökképzés nemzetközi szintű áttekintése, Kórház- és Orvostechnika, 1981/1. (február) szám, 3–9*

23. FORGÁCS, L.: *Methods of practical training in the field of biomedical engineering* [(A gyakorlati oktatás módszerei az orvostechnika területén), Proceedings of the 5th Nordic Meeting on Medical and Biological Engineering, Linköping, Sweden, 1981, Vol. 2, 487–489]
24. FORGÁCS Lajos: *Az orvostechnikai szakemberképzés különböző formái, a továbbképzés jelentősége*, V. Orvostechnikai Konferencia Előadásanyagai (MATE kiadvány), Budapest, 1981, 319–320
25. POTVIN, A., R.; LONG F., M.; WEBSTER, J., B.; JENDRUSKO, R., J.: Biomedical Engineering Education: Enrollment, Courses, Degrees and Employment, *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, Vol. BME-28, No.1, 1981, Januar, 22–28
26. V. C. ROBERTS, M. AUDRY-FRIZE, W. IRNICH, Z. KATONA: International Registration of Clinical Engineers, *Medical Progress through Technology*, 1982/2.-3, 171–175
27. FORGÁCS, L.: *Tasks and importance of clinical engineering in the field of public health care* [A kórházi műszaki szakemberek feladatai és jelentőségük az egészségügy területén], Abstracts of the papers of the 6th Hungarian Conference on Biomedical Engineering and 2th IMEKO Conference on Measurement in Clinical Medicine, Balatonfüred/Hungary, 1984, (MATE kiadvány), 265–267
28. NAGY, CS., FORGÁCS, L.: *Some aspects of advanced training of clinical engineers and technicians* [A kórházi mérnökök és technikusok továbbképzésének néhány szempontja], Abstracts of the papers of the 6th Hungarian Conference on Biomedical Engineering and 2th IMEKO Conference on Measurement in Clinical Medicine, Balatonfüred/Hungary, 1984, (MATE kiadvány), 268–270
29. VITTAY Pál, FORGÁCS Lajos, KATONA Zoltán, SUSÁNSZKY Miklós: *Az egészségügy fogadókészségének javítása a korszerű orvostechnika alkalmazására*, OMFB (Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság) tanulmány, 1985., 74
30. KATONA Zoltán dr.: A klinikai mérnökök helyzetének vizsgálata az IFMBE szempontjából, *Kórház- és Orvostechnika*, 1988/5, 133–136
31. SMALL, C., F.: Bioengineering Education in Canada, 1988, *Journal of Clinical Engineering*, Vol. 13. No. 5. (September-October), 1988, 371–384
32. FORGÁCS, L., NAGY, CS., BOLVÁRY, G.: *Postgraduale Ausbildung der in der Karnkenhäusern arbeitenden Ingenieure* [Lehrprogramm für ein interdisziplinäres Ingenieurfachgebiet], – [A kórházakban dolgozó mérnökök posztgraduális képzése. Oktatási program egy

- interdiszciplináris mérnöki szakterület számára], In: C.-D. Heinze, G. Lehmann, A. Melezinek (Hrsg.): *Moderne Aus- und Weiterbildung von Ingenieuren*. Band 2. (Referate des 20. Internationalen Symposiums „Ingenieurpädagogik’91 an der Technischen Universität Dresden), Leuchtturm-Verlag, Alsbach (B.R. Deutschland), 1991, 615–620
33. NAGY, CS., BOLVÁRY, G., FORGÁCS, L.: *Basic Conditions and Possibilities of Postgradual Training for Clinical Engineers* [Klinikai mérnökök posztgraduális képzésének alapvető feltételei és lehetőségei], In: C.-D. Heinze, G. Lehmann, A. Melezinek (Hrsg.): *Moderne Aus- und Weiterbildung von Ingenieuren*. Band 2. (Referate des 20. Internationalen Symposiums „Ingenieurpädagogik’91” an der Technischen Universität Dresden.), Leuchtturm-Verlag, Alsbach (B.R. Deutschland), 1991, 640–643
  34. HOLTUM, D.: *Education in Biomedical Engineering in Europe*, Institut für Biomedizinische Technik der Universität, Stuttgart, 1992
  35. PROIMOS, B., S.: *A European Course on Biomedical Engineering and on Medical Physics*, In: *Proceedings of the VI. Mediterranean Conference on Medical and Biological Engineering*, July 5–10, 1992, Capri-Italy, Volume I., 557–560
  36. BOLVARY, G., FORGACS, L., NAGY, CS., SIMON KIS, G.: *Postgraduate Clinical Engineering Training in Modular Form* [Klinikai mérnökök továbbképzése moduláris formában], In: *Proceedings of the VI. Mediterranean Conference on Medical and Biological Engineering*, July 5–10, 1992, Capri (Italy), Volume II., 1325–1328
  37. FORGÁCS LAJOS dr.: Az egészségügyi intézményekben, kórházakban dolgozó műszaki szakemberek alkalmazásának és képzésének szükségessége, *Kórház- és Orvostechnika*, 1992/4. (augusztus), 79–89
  38. FORGACS, L.: *Moduliertes Weiterbildungssystem auf dem Fachgebiet der Medizintechnik* [Moduláris továbbképzési rendszer az orvostechnika területén], In: A. Melezinek (Hrsg.): *Der Ingenieur in Vereinigten Europa*. (Referate des 21. Internationalen Symposiums „Ingenieurpädagogik ’92” an der Universität Klagenfurt /Österreich.), Leuchtturm-Verlag, Alsbach (Deutschland), 1992. Sept. 12–14, 369–374
  39. J. B. BRONZINO: *Clinical Engineering: Evolution of a Discipline*, In: *Proceedings of the 14th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, Paris-France, Oct. 29.–Nov.1.. 1992, 2806–2807

40. DAVID, Y.: *Status of Clinical Engineering in the United States: Professional Issues*, In: Proceedings of the 14th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, Paris-France, Oct. 29.–Nov.1, 1992, 2808–2809
41. P.A. ÖBERG: *Trends in Clinical Engineering in Sweden*, In: Proceedings of the 14th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, Paris-France, Oct.29.–Nov.1, 1992, 2817
42. NAGY, CS., BOLVARY, G., FORGACS, L., SIMON KIS, G.: *Necessity of Postgradual Training for Clinical Engineers in Hungary* [Klinikai mérnökök továbbképzésének szükségessége Magyarországon], In: Proceedings of the 14th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, Paris-France, Oct. 29.–Nov. 1, 1992, Paris (France), part 3 of 7, 1280–1281
43. Dr. SIMON KIS GÁBOR, DR. FORGÁCS LAJOS: Orvostechnikai továbbképzési formák és lehetőségek az egészségügyben, *Kórház- és Orvostechnika*, 1993/1. (február), 12–19
44. BOLVÁRY, G., NAGY, CS., FORGÁCS., L., SIMON KIS, G.: *The Role and Present Position of Biomedical Engineering in Hungary* [Az orvostechnikai oktatás szerepe és jelenlegi helyzete Magyarországon], In: Technology and Health Care, Proceedings of Second European Conference on Engineering and Medicine, Elsevir Science Publishers, B.V., Amsterdam (The Netherlands) April 25.–29, 1993, Stuttgart (Germany), 81–82
45. FORGÁCS, L.: *Kooperation zwischen den Hochschulen mit verschiedenem Fachcharakter auf dem Gebiet der postgradualen Weiterbildung* [Különböző szakmai karakterű főiskolák együttműködése a posztgraduális továbbképzés területén], In: A. Melezinek, G. Kurz (Hrsg.): Ingenieurpädagogik – Brücke zwischen Lehre und Forschung. (Referate des 22. Internationalen Symposiums „Ingenieurpädagogik'93” auf dem Fachhochschule Esslingen (Deutschland), Leuchtturm-Verlag, Alsbach (Deutschland), 1993, 231–236
46. HAVAS Gábor, LÖRINCZI Ferenc, RÉV Zoltán: Kórháztechnológiai-kórházüzemeltető diploma!? *Kórház és Orvostechnika*, 1994/1. szám, 9–11
47. FORGÁCS Lajos, dr. SIMON-KIS Gábor dr.: Népegészségügy és környezetvédelem az oktatás tükrében. *Népegészségügy*, 1994/1. szám, 29–32

48. V., C., ROBERTS, J. LEE, C., A., LEWIS: *Integrated Education and Training for Medical Engineering and Medical Physics*, In: Proceedings of the International Conference on Medical Physics and Biomedical Engineering, MPBE'94, 5–7 May 1994., Nicosia-Cyprus, Vol. 2, 58–60
49. Dr. FORGÁCS LAJOS: *Szükség van-e kórházi mérnökök képzésére?* Kórház+Építés (A IV. Országos Egészségügyi Konferencia, Sopron kiadványa), 1994/szeptember, 43–53
50. FORGÁCS LAJOS dr.: „Klinikai mérnök”-képzés – Magyarországon először (I. rész: Célok, követelmények.), *Kórház- és Orvostechnika*, 1994/5, 227–239
51. FORGÁCS LAJOS DR.: „Klinikai mérnök”-képzés – Magyarországon először (II. rész: Tapasztalatok, tervek.), *Kórház- és Orvostechnika*, 1994/6, 272–282 .
52. FORGÁCS LAJOS DR., DÁRDAY VILMOS: Az orvostechnikai minőségbiztosítás személyi feltételei. *Egészségügyi Gazdasági Szemle*, 1995/2, 172–175
53. FORGÁCS, Lajos; DÁRDAY, Vilmos: *Erfahrungen der interdisziplinären Bildung im Laufe der postgradualen Weiterbildung für Ingenieure* [Az interdiszciplináris képzés tapasztalatai a mérnökök posztgraduális továbbképzése során], In: Adolf Melezinek, Karl Bruns (Hrsg.): *Ingenieurausbildung und Strukturveränderungen am Arbeitsplatz des ausgehenden 20. Jahrhunderts. (Referate des 24. Internationalen Symposiums „Ingenieurpädagogik'95” auf dem Fachhochschule Wolfsburg/Deutschland, Leuchtturm-Verlag, Alsbach/Deutschland, 1995, 421–426*
54. DÁRDAY, V., FORGÁCS, L., SIMON KIS, G.: *Experiences of the clinical engineering education in Hungary* [A klinikai mérnökképzés tapasztalatai Magyarországon], In: Proceedings of the International Conference on Clinical Engineering, Meran/Italy, October 20–21, 1995, 89–94
55. DAMMAN, V.: *Clinical Engineering Education at Fachhochschulen in Germany – From 25 years Experience to Future*, In: Proceedings of the International Conference on Clinical Engineering, Merano-Italy, October 20–21, 1995, 103–107
56. FORGÁCS LAJOS dr.: Az egészségügyben dolgozó mérnökök szakmai követelményrendszere. (Irányelvek, javaslatok) – I. rész, *Kórház- és Orvostechnika*, 1995/6, 276–286

57. FORGÁCS Lajos dr.: Az egészségügyben dolgozó mérnökök szakmai követelményrendszere. (Irányelvek, javaslatok) – II. rész, *Kórház- és Orvostechnika*, 1996/1, 19–27
58. DÁRDAY Vilmos, FORGÁCS LAJOS DR., BOLVÁRY GEDEON: Klinikai mérnöki konferencia Meranoban (1995. okt. 20.–21.), *Kórház- és Orvostechnika*, 1996/2, 21–24
59. FORGÁCS Lajos dr., DIÓ MIHÁLY: A klinikai mérnök az egészségügyi intézményben, *Kórház- és Orvostechnika*, 1996/3, 61–68
60. FORGÁCS, Lajos; DÁRDAY, Vilmos: Position and Importance of the Clinical Engineering Education in Hungary [A klinikai mérnök-képzés helyzete és jelentősége Magyarországon], In: *Medical and Biological Engineering and Computing*, Vol. 34., Supplement 1, Part 1, 1996. (Referate of the 10th Nordic Meeting on Medical and Biological Engineering, Tampere/Finland, 1996.), 45–46
61. FORGÁCS, L., DÁRDAY, V.: *Möglichkeiten und Methoden des interdisziplinären Unterrichts in dem Gesundheitswesen* [Az interdiszciplináris oktatás lehetőségei és módszerei az egészségügyben], In: Adolf Melezinek; Ivan Kiss (Hrsg.): *Bildung durch Kommunikation*. (Education by Communication. – Oktatás, képzés a kommunikáció által.), Referate des 25. Internationalen Symposiums „Ingenieurpädagogik’96, Ingenieurpädagogik/Engineering Education World Congress, Wien-Budapest, 29.6.–5.7. 1996, Leuchtturm Verlag, Alsbach/Deutschland, 1996, 219.–224.
62. JAROS, GYÖRGY (Sydney-i Egyetem és Royal Prince Alfred Kórház, Sydney, Ausztrália): *Technology in Health Care: Blessing or Curse?* [Technológia az egészségügyben: áldás, vagy átok?], In: *Proceedings of the BUDAMED’96, Conference on Medical Engineering and Clinical Engineering, Budapest, 23.–26. August, 1996*. (MATE – Méréstechnikai, Automatizálási és Informatikai Tudományos Egyesület kiadványa, ISBN 963 8231 87 4), Supplement, 10–12 (angolul és magyarul)
63. JOEL J. NOBEL (ECRI Plymouth Meeting, PA, USA) : *Medical Device Safety and Regulated Versus Free-Market Environments: Lessons from the Past* [Orvostechnikai eszközök biztonsága és a szabályozott és szabadpiaci környezet: a múlt tapasztalatai], In: *Proceedings of the BUDAMED’96, Conference on Medical Engineering and Clinical Engineering, Budapest, 23.–26. August, 1996*. (MATE – Méréstechnikai, Automatizálási és Informatikai Tudományos Egyesület kiadványa, ISBN 963 8231 87 4), Supplement, 13–16 (angolul és magyarul)

64. J.F. DYRO (Biomedikai Kutatócsoport Setakuet, New York, USA): *Vision 2000: American college of Clinical Engineering looks to the Future* [Kitekintés 2000-re: A Klinikai Mérnökség Amerikai Kollegiuma a jövőre gondol], In: Proceedings of the BUDAMED'96, Conference on Medical Engineering and Clinical Engineering, Budapest, 23.–26. August, 1996. (MATE – Méréstechnikai, Automatizálási és Informatikai Tudományos Egyesület kiadványa, ISBN 963 8231 87 4), Supplement, 17–18 (angolul és magyarul)
65. G. G. JAROS (Sydney-i Egyetem és Royal Prince Alfred Kórház, Sydney, Ausztrália): *Engineers in the Health Care: Leaders or Technicians?* [Mérnökök az egészségügyben: Vezetők, vagy technikusok?], In: Proceedings of the BUDAMED'96, Conference on Medical Engineering and Clinical Engineering, Budapest, 23.–26. August, 1996. (MATE – Méréstechnikai, Automatizálási és Informatikai Tudományos Egyesület kiadványa, ISBN 963 8231 87 4), Supplement, 19–20 (angolul és magyarul)
66. P.A. ÖBERG (Department of Biomedical Engineering, Linköping University, Sweden): *Clinical Engineers as Innovations and Product Developers* [A klinikai mérnökök, mint innovátorok és termékfejlesztők], In: Proceedings of the BUDAMED'96, Conference on Medical Engineering and Clinical Engineering, Budapest, 23.–26. August, 1996. (MATE – Méréstechnikai, Automatizálási és Informatikai Tudományos Egyesület kiadványa, ISBN 963 8231 87 4), Supplement, 21–22 (angolul és magyarul)
67. P.A. ÖBERG (Department of Biomedical Engineering, Linköping University, Sweden): *The present curriculum in Biomedical/Clinical Engineering at Linköping University, Sweden* [Az orvostechikai/klinikai mérnökök jelenlegi kurrikuluma a Linköpingi Egyetemen, Svédországban], In: Proceedings of the BUDAMED'96, Conference on Medical Engineering and Clinical Engineering, Budapest, 23.–26. August, 1996. (MATE – Méréstechnikai, Automatizálási és Informatikai Tudományos Egyesület kiadványa, ISBN 963 8231 87 4), Supplement, 23–24 (angolul és magyarul)
68. H. HUTTEN (Institute of Biomedical Engineering, Technical University of Graz, Austria): *Biomedical Engineering at the Technical University of Graz – A report on 23 years of experience* [Orvostechikai mérnöki oktatás a Grazi Műszaki Egyetemen. – Beszámoló 23 év tapasztalatairól], In: Proceedings of the BUDAMED'96, Conference on Medical Engineering and Clinical Engineering, Budapest, 23.–26. August, 1996. (MATE – Méréstechnikai, Automatizálási és Informatikai Tudományos



- Egyesület kiadványa, ISBN 963 8231 87 4), Supplement, 25–26 (angolul és magyarul)
69. I. KREKULE (Institute of Physiology, Academy of Sciences of the Czech Republik, Prague): *Strategies and topics of the Contemporary University Education in Biomedical Engineering* [Az orvostechnikai mérnökképzés stratégiái és témakörei napjaink egyetemi oktatásában], In: Proceedings of the BUDAMED'96, Conference on Medical Engineering and Clinical Engineering, Budapest, 23.–26. August, 1996. (MATE – Méréstechnikai, Automatizálási és Informatikai Tudományos Egyesület kiadványa, ISBN 963 8231 87 4), Supplement, 27–28 (angolul és magyarul)
  70. T. PALKO (Warsaw University of Technology, Institute of Precision and Biomedical Engineering, Poland): *Biomedical and Clinical Engineering Education in Poland* [Orvostechnikai és klinikai mérnöki oktatás Lengyelországban], In: Proceedings of the BUDAMED'96, Conference on Medical Engineering and Clinical Engineering, Budapest, 23.–26. August, 1996. (MATE – Méréstechnikai, Automatizálási és Informatikai Tudományos Egyesület kiadványa, ISBN 963 8231 87 4), Supplement, 29–30 (angolul és magyarul)
  71. V. DAMMAN (Fachhochschule Giessen-Friedberg, Germany): *Impact of Changed Qualification Requirements on Curricula and Education of Engineers* [A megváltozott minőségi követelmények változása a mérnökök tananyaga és oktatása terén], In: Proceedings of the BUDAMED'96, Conference on Medical Engineering and Clinical Engineering, Budapest, 23.–26. August, 1996. (MATE – Méréstechnikai, Automatizálási és Informatikai Tudományos Egyesület kiadványa, ISBN 963 8231 87 4), Supplement, 31–32 (angolul és magyarul)
  72. B. PROIMOS, N. PALLIKARAKIS (Department of Medical Physics, University Patras, Greece): *Experience from a wide co-operation European Course on Biomedical Education* [Egy széleskörű együttműködéssel létrehozott európai orvostechnikai mérnöki tanfolyam tapasztalatairól], In: Proceedings of the BUDAMED'96, Conference on Medical Engineering and Clinical Engineering, Budapest, 23.–26. August, 1996. (MATE – Méréstechnikai, Automatizálási és Informatikai Tudományos Egyesület kiadványa, ISBN 963 8231 87 4), Supplement, 33–34 (angolul és magyarul)
  73. G. GORDOS, E. MONOS (Budapesti Műszaki Egyetem, Semmelweis Orvostudományi Egyetem, Budapest, Hungary): *The first hungarian degree program in Biomedical Engineering established jointly by the Semmelweis University of Medicine and the Technical University of*

- Budapest* [A Budapesti Műszaki Egyetem és a Semmelweis Orvostudományi Egyetem első hazai orvosbiológiai mérnöki közös képzése], In: Proceedings of the BUDAMED'96, Conference on Medical Engineering and Clinical Engineering, Budapest, 23.–26. August, 1996. (MATE – Méréstechnikai, Automatizálási és Informatikai Tudományos Egyesület kiadványa, ISBN 963 8231 87 4), Supplement, 35–36 (angolul és magyarul)
74. V. DÁRDAY, L. FORGÁCS („Haynal Imre” University for Health Sciences (HIETE), Faculty of Health Care, Department of Medical Engineering and Computing, Budapest, Hungary): *A klinikai/kórházi mérnöki szakirányú továbbképzés eddigi tapasztalatai Magyarországon* [Experiences of the postgraduate Clinical/Hospital Engineering Education in Hungary until now], In: Proceedings of the BUDAMED'96, Conference on Medical Engineering and Clinical Engineering, Budapest, 23.–26. August, 1996. (MATE – Méréstechnikai, Automatizálási és Informatikai Tudományos Egyesület kiadványa, ISBN 963 8231 87 4), p. 109–110., Supplement, 37–38 (angolul és magyarul)
75. I. BOJTAR, L. DÉZSI (BME–SOTE–AOTE Comitee OF Biomedical Education, Budapest, Hungary): *Experiences on Biomedical Engineering Education in Great-Britain* [Tapasztalatok a Nagy-Britanniai orostechnikai mérnökképzésről], In: Proceedings of the BUDAMED'96, Conference on Medical Engineering and Clinical Engineering, Budapest, 23.–26. August, 1996. (MATE – Méréstechnikai, Automatizálási és Informatikai Tudományos Egyesület kiadványa, ISBN 963 8231 87 4), p. 105.–106., Supplement, 40–41 (angolul és magyarul)
76. E. HORVATH, M. HALMI („Kandó Kálmán” Technical College, Institute of Instrumentation and Automation, Budapest, Hungary): *Biomedical Education at the „Kandó Kálmán” Technical College* [Orvostechnikai oktatás a „Kandó Kálmán” Műszaki Főiskolán], In: Proceedings of the BUDAMED'96, Conference on Medical Engineering and Clinical Engineering, Budapest, 23.–26. August, 1996. (MATE – Méréstechnikai, Automatizálási és Informatikai Tudományos Egyesület kiadványa, ISBN 963 8231 87 4), p. 105.–106., Supplement, 42–43 (angolul és magyarul)
77. KOZMANN, GY. (Veszprémi Egyetem, Képfeldolgozás és Neuroszámítógépek Tanszék): *Orvosi informatika oktatás a Veszprémi Egyetem Műszaki Informatika Szakán*, In: Proceedings of the BUDAMED'96, Conference on Medical Engineering and Clinical Engineering, Budapest, 23.–26. August, 1996. (MATE – Méréstechnikai, Automatizálási és Informatikai Tudományos Egyesület kiadványa, ISBN 963 8231 87 4), p. 105.–106., Supplement, 39 (csak magyarul)

78. FORGÁCS, LAJOS: *Az egészségügyben dolgozó mérnökök tevékenységi területei* [Fields of Activity of the Engineers being engaged in the Public Health Care], Proceedings of the BUDAMED'96, Conference on Medical Engineering and Clinical Engineering, Budapest, 23.–26. August, 1996. (MATE – Méréstechnikai, Automatizálási és Informatikai Tudományos Egyesület kiadványa, ISBN 963 8231 87 4), 67–68 , Supplement, 44–45
79. DIÓ, Mihály, FORGÁCS, Lajos: *Klinikai mérnökök szerepe a műszaki információk szolgáltatásában* [The Role of the Clinical Engineers in Supplying Technical Information], Proceedings of the BUDAMED'96, Conference on Medical Engineering and Clinical Engineering, Budapest, 23.–26. August, 1996. (MATE – Méréstechnikai, Automatizálási és Informatikai Tudományos Egyesület kiadványa, ISBN 963 8231 87 4), 69–70, Supplement, 46–47
80. FORGÁCS Lajos dr., DIÓ Mihály: BUDAMED'96 Konferencia – nemzetközi részvétellel, *Kórház- és Orvostechnika*, 1996/6, 195–198
81. FORGÁCS Lajos dr.: Orvostechnikai mérnökök képzése és elhelyezkedési lehetőségeik Németországban, *Kórház- és Orvostechnika*, 1997/1, 7–12
82. Vilmos E. DÁRDAY, Lajos Z. FORGÁCS: *How to prepare clinical engineers for the application of Medical Device Directive and Safety Standards* [Hogyan kell előkészíteni a klinikai mérnököket az orvostechnikai eszköz direktíva és a biztonságtechnikai szabványok alkalmazására?], Medical and Biological Engineering and Computing, (Published for the IFMBE) Volume 35, Supplement Part 2, ISSN01 40-018/971997 (Referate of XVIII. World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering, Nice/France, September 14–19, 1997 – a 18. Orvostechnikai Világkonferencia előadásai), 1200. (J29-OSI.04)
83. FORGÁCS Lajos dr.: Európai Unió szabályozások az orvostechnika területén, Korszerű kórház (Építéstudományi Egyesület kiadványa az V. Országos Egészségügyi Konferencián, 1998. szeptember 24–26.), 112–115
84. FORGÁCS Lajos dr.: Valóban „szakképzetlenek” az egészségügyben dolgozó műszakiak, (Avagy: az egészségügyben dolgozó műszakiak elismerése az európai csatlakozás tükrében.), Korszerű kórház (Építéstudományi Egyesület kiadványa az V. Országos Egészségügyi Konferencián, 1998. szeptember 24.–26.), 254–257
85. FORGÁCS Lajos dr.: Valóban „szakképzetlenek” az egészségügyben dolgozó műszakiak, (Avagy: az egészségügyben dolgozó műszakiak

- elismerése az európai csatlakozás tükrében.), *Kórház- és Orvostechnika*, 1998/6. és 1999/1. összevont szám, 207–210
86. FORGÁCS Lajos dr.: Az orvostechnikai eszközökre vonatkozó Európai Unió előírások, BUDAMED'99, Nemzetközi Orvostechnikai Konferencia, Budapest, 1999. szeptember 12.–14. kiadványa, 33
  87. FORGÁCS Lajos dr.: *Mit kell tudnunk az Európai Unióról?* (Európai Unió ismeretek oktatása a klinikai mérnöki továbbképzésben.), BUDAMED'99, Nemzetközi Orvostechnikai Konferencia, Budapest, 1999. szeptember 12.–14. kiadványa, 36
  88. FORGÁCS Lajos dr., RADUJ László: Orvostechnikai eszközökről szóló rendelet, *Kórház- és Orvostechnika*, 1999/6, 212–218
  89. A Kormány 83/1999. (VI.11.) Korm. rendelete a műszaki felsőoktatás alapképzési szakjainak képesítési követelményeiről szóló 157/1996. (X.22.) Korm. rendelet módosításáról. Melléklet: Orvosbiológiai mérnök szak, *Magyar Közlöny*, 1999/52. 3292–3293
  90. FORGÁCS Lajos dr.: A robotokkal végzett műtét orvostechnikai alapfogalmai (Mi is tulajdonképpen az orvostechnikai eszköz?), *Nemzetközi Elektronikai és Automatizálási Szimpózium Közleményei*, 2000. április 4–6., 99–104
  91. JOBBÁGY Ákos dr.: *Orvostechnikai oktatási programok harmonizációja*, Konferencia Kiadvány (szerk.: Kozmann Gy., Szokolczai K.), XXII. Neumann Kollokvium, Veszprém, 2000. november 9.–10. 83–85
  92. FORGÁCS Lajos dr.: Diplomák, szakképesítések elismerése az Európai Unióban, *Orvos- és Kórháztechnika*, 2001/3, 72 – 77
  93. A 3/2002. (I. 11.) Korm. rendelettel módosított 83/1999. (VI. 11.) Korm. rendelet a műszaki felsőoktatás alapképzési szakjainak képesítési követelményeiről szóló 157/1996. (X. 22.) Korm. rendelet módosításáról, Melléklet: Egészségügyi mérnök szak, *Magyar Közlöny*, 2002/2. szám, (2002. január 11.), 94
  94. FORGÁCS Lajos dr.: Mit jelent az EU csatlakozás az orvostechnika területén? (1. rész) *Orvos- és Kórháztechnika*, 2003/3, 67–72
  95. FORGÁCS Lajos dr.: Mit jelent az EU csatlakozás az orvostechnika területén? (2. rész) *Orvos- és Kórháztechnika*, 2003/4, 101–107
  96. KÖRÖSI Mária dr.: 10 éves az orvosbiológiai mérnökképzés, *Mérnök Újság* (a Magyar Mérnöki Kamara folyóirata, kiadó: LOGOD Bt.), 2005./8.–9. 44–45

97. FORGÁCS Lajos dr.: *Az orvostechnika jelentősége az Európai Unió szemszögéből*, BUDAMED'05 Konferencia Orvosbiológiai és Klinikai Mérnököknek, 2005. október 13., Budapest (CD-n)
98. FORGÁCS Lajos dr.: A műszakiak, mérnökök szerepe az egészségügyi ellátásban – Európai uniós szemszögből nézve, *Orvos- és Kórháztechnika*, 2005./10, 131–136
99. FORGÁCS Lajos dr.: A mérnökök jelentősége az egészségügyben, uniós tagságunk tükrében, *Mérnök Újság* (a Magyar Mérnöki Kamara folyóirata, kiadó: LOGOD Bt.), 2005./10, 4–6
100. FORGÁCS Lajos dr.: Ki oldja meg az egészségügy műszaki problémáit? *Mérnök Újság* (a Magyar Mérnöki Kamara folyóirata, kiadó: LOGOD Bt.), 2007./10, 21–24
101. NAL: Orvosbiológiai mérnökök képzése (Interjú Dr. Jobbágy Ákos egyetemi tanárral), *IME* (Interdiszciplináris Magyar Egészségügy) tudományos folyóirat – *Az egészségügyi vezetők szaklapja*, VI/10, 2007. december, 57–58
102. FORGÁCS Lajos dr.: Az orvostechnika 50 éve, *Magyar Elektronika*, 2008/3, 35
103. JOBBÁGY Ákos dr., BENYÓ Zoltán dr., MONOS Emil dr.: Egészségügyi mérnöki mesterképzés. *Orvosi Hetilap*, 150. évfolyam, 2009/47, 2154–2156
104. FORGÁCS Lajos dr.: Az egészségügy minőségi fejlesztésének egyik eszköze: a korszerű orvostechnika és -technológia alkalmazása, *Egészségügyi Gazdasági Szemle*, 2010/6, 35–39
105. FORGÁCS Lajos: Az orvostechnikai (clinical engineering) oktatás története Magyarországon. Megjelent: Tanulmányok a természettudományok, a technika és az orvoslás történetéből. [Studies into the History of Sciences, Technology and Medicine] *Tudomány-, technika-, orvostörténet*, XV., 2013. (Magyar Műszaki és Közlekedési Múzeum) ISSN 1416-9843., 186 – 191
106. FORGÁCS Lajos dr.: *Továbbképzési koncepció az egészségügyi technológiai (orvostechológiai) szakterületen*, (Javaslat), Magyar Mérnöki Kamara kiadványa, FAP-2/2013, Budapest, 2014. január, 53 .
107. FORGÁCS Lajos dr., ifj. PÓLYA Endre: *Az egészségügyi technológia fejlődésének hatásai az egészségügyi létesítmények tervezésére, I. rész: Műéti technológiák fejlődése és ennek következményei* (Tanulmány, szakmai segédlet), Magyar Mérnöki Kamara kiadványa, FAP-19/2015/3, Budapest, 2015. szeptember, 101

108. FORGÁCS Lajos dr.: *Az egészségügyi technológia fejlődésének hatásai az egészségügyi létesítmények tervezésére*, II. rész: Képző diagnosztikai eljárások fejlődése és ezek hatásai az egészségügyi intézmények tervezésére (Tanulmány, szakmai segédlet), Magyar Mérnöki Kamara kiadványa, FAP-4/2016, Budapest, 2016. szeptember, 92
109. FORGÁCS Lajos dr.: *Az orvostechnikai eszközök új, Európai Unió szabályozása*, (Rövid magyarázat és tartalmi ismertetés), Magyar Mérnöki Kamara kiadványa, FAP-4/2017, Budapest, 2017. szeptember, 115
110. FORGÁCS Lajos: *Klinikai mérnök képzés Magyarországon*, OmniScriptum Publishing Group, Printed in Berlin, 2018., ISBN 978-613-8-24396-0
111. FORGÁCS Lajos dr.: *Mérnökök az egészségügyben. Mit mond a statisztika erről? Statisztika a tudományok, a technika és az orvoslás körében* (A Magyar Természettudományi Társulat Tudománytörténeti Kötetei II.), Budapest, 2018. 209–224 ISBN 978-615-80623-4-3